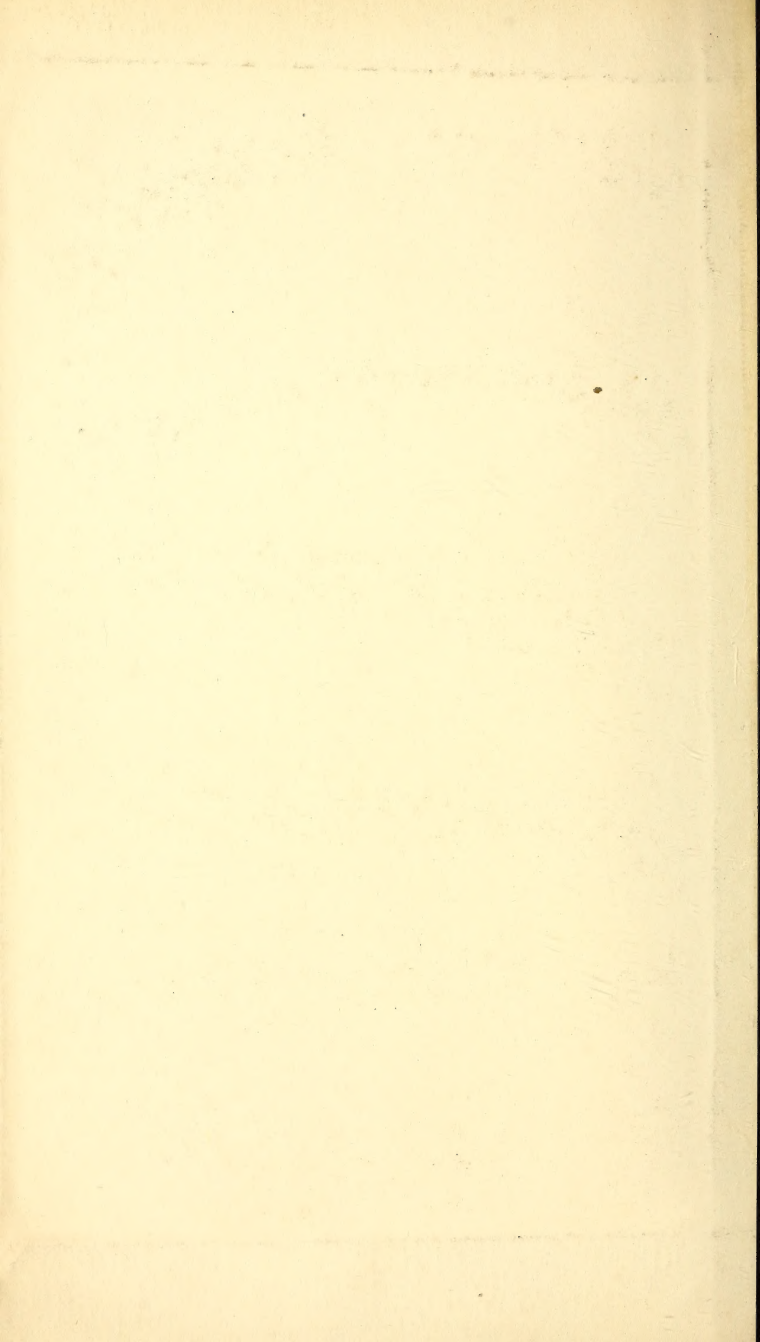
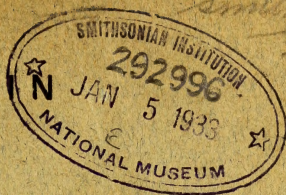




Samp. 14
225120
Smith Inst
25
BULLETIN



DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE & D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

—
ANNÉE 1894

TOME **VIII**

—
PRIX : 20 FRANCS
—

BRUXELLES

POLLEUNIS ET CEUTERICK, IMPRIMEURS

37, RUE DES URSULINES, 37

—
1894-1895

3550.17.15

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE & D'HYDROLOGIE

(**Procès-Verbaux** des Séances et **Mémoires**)

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE & D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

(Procès-Verbaux des Séances et Mémoires)

TOME **VIII**

ANNÉE 1894

BRUXELLES

POLLEUNIS ET CEUTERICK, IMPRIMEURS

37, RUE DES URSULINES, 37

1894-1895

PROCÈS-VERBAUX

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE & D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

TOME **VIII**

ANNÉE 1894

BRUXELLES

POLLEUNIS ET CEUTERICK, IMPRIMEURS

37, RUE DES URSULINES, 37



PROCÈS-VERBAUX
DE LA
SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE
DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE
A
BRUXELLES

Tome VIII. - Année 1894

SÉANCE DE GÉOLOGIE APPLIQUÉE

DU 23 JANVIER 1894.

Présidence de M. Jottrand.

La séance est ouverte à 8 heures et demie.

Correspondance.

M. *Houzeau de Lehaie* fait excuser son absence.

M. *C. Eg. Bertrand* remercie pour sa nomination de membre honoraire.

MM. *Gosselet* et *D^r Jacques* remercient pour leur nomination de Vice-président.

MM. *Tedesco*, *Lancaster* et le *D^r Gilbert* remercient pour leur nomination de membre du Conseil.

M. *Frédéric Belpaire* nous fait savoir que notre confrère, le *D^r Poskin*, est parti en mission pour le Congo et que l'Institut aéro-hydrothérapique ne pourra sans doute pas être fondé à Anvers, par suite de cette circonstance.

M. *Duvivier* envoie sa démission de membre de la Société. (*Accepté.*)

M. *C. T. Moulan* annonce la présentation prochaine de son travail, avec diagrammes, sur la Gileppe, et fait connaître le résultat d'observations nouvelles sur diverses questions d'hydrologie.

M. *Renard* annonce qu'il fera prochainement des communications sur « les sciences minérales » et « sur les calcaires devoniens ».

M. *E. de Munck* fait connaître sa nouvelle adresse : 27, boulevard d'Anvers, à Bruxelles.

Enfin, M. *Walin* a envoyé une lettre signalant des observations qu'il a faites sur l'hydrologie de la vallée du Bocq et dont il fera l'objet d'une communication détaillée à une prochaine séance de la Société.

Présentation de membres.

Sont présentés en qualité de membres effectifs :

MM. L. JANET, géologue à Paris, présenté par MM. G. Dollfus et E. Van den Broeck.

Paul HANKAR, architecte, professeur à l'École de dessin de Schaerbeek, présenté par MM. E. Van den Broeck et Titz.

Clément LYON, homme de lettres, à Charleroi, présenté par MM. Van Dam et E. Van den Broeck.

E. DELHEID, membre de la Société malacologique de Belgique, présenté par MM. Storms et E. Van den Broeck.

G. COBBAERT, 18, rue de Bucharest, à Ostende, présenté par MM. A. Rutot et E. Van den Broeck.

Communications du bureau.

M. le *Secrétaire* annonce, bien que le bureau n'en ait pas encore été officiellement informé, qu'on peut considérer comme certain que, vers le mois d'avril prochain, la Société belge des Ingénieurs et des Industriels, qui nous a, depuis quelques années, accueilli dans ses locaux du Palais de la Bourse, quittera ceux-ci pour aller s'établir dans ceux de l'hôtel Ravenstein.

A partir de la même époque, la Société belge de Géologie ne pourra donc plus tenir ses séances dans les locaux de la Bourse et devra se transporter ailleurs.

En attendant la notification officielle de la Société des Ingénieurs et des Industriels, il est utile que nous cherchions une solution favorable de la question qui se pose, afin que des propositions puissent être discutées à la prochaine séance mensuelle du 30 janvier.

M. *Dupont* est d'avis que la Société doit prendre ses dispositions de manière à ne pas augmenter ses frais généraux, toutes ses ressources étant absorbées par ses publications. Il espère que notre Société

pourra recevoir l'hospitalité à l'Université de Bruxelles dans des conditions analogues à celles qu'a obtenues la Société d'Anthropologie.

M. le *Président* espère que la solution, hautement désirable, indiquée par M. Dupont pourra être réalisée.

Carte pluviométrique.

M. le *Secrétaire* présente à l'Assemblée la première épreuve de la carte pluviométrique, œuvre de notre collègue, M. Lancaster, et éditée par la Société, grâce à des subsides fournis par le Gouvernement, ainsi que par les autorités provinciales et communales.

M. le *Secrétaire* montre que la première épreuve, présentée par l'Institut cartographique militaire, ne satisfait pas entièrement à ce que l'on pouvait espérer : les teintes des zones de pluie ne se détachent pas assez dans la basse et dans la moyenne Belgique ; la typographie des noms de localités qui représentent les stations pluviométriques, gagnera à être modifiée et mise en rapport graphique avec les longueurs différentes des périodes d'observation dans les diverses localités.

Étant donné que ces modifications et quelques autres encore sont désirables pour donner à l'œuvre toute sa portée scientifique, on pourrait peut-être profiter des corrections à apporter pour introduire dans l'exécution quelques perfectionnements, tels que la différenciation de zones secondaires, actuellement confondues comme teinte, l'impression des noms de localités en différentes grandeurs suivant le nombre d'années d'observation de la pluviométrie, etc.

La majoration de prix que pourraient entraîner ces utiles modifications serait d'ailleurs très faible et les membres présents sont d'avis que le nécessaire doit être fait pour rendre l'œuvre de M. Lancaster aussi pratique que possible, en soignant tous les détails d'exécution matérielle, et qu'il ne faut rien négliger pour que l'aspect de la carte pluviométrique soit digne de sa haute valeur scientifique.

A cet effet, il est entendu que M. le *Président*, accompagné de MM. Lancaster, Van den Broeck et Rutot se rendront à bref délai, auprès de M. le Directeur de l'Institut cartographique militaire, afin de s'entendre avec lui sur toutes les mesures à prendre pour arriver au meilleur résultat possible.

Communications des membres.

M. le *Président* donne la parole à M. Putzeys pour la communication annoncée à l'ordre du jour.

LES SOURCES DES VALLÉES

DE

L'OURTHE, DU HOYOUX ET DU BOCQ (1)

ÉTUDE HYDROLOGIQUE

PAR

E. Putzeys

Ingénieur de la Ville de Bruxelles.

L'obligation dans laquelle se trouve la Ville de Bruxelles d'augmenter, dans une large mesure, le volume des eaux dont elle dispose pour assurer les services de l'agglomération tout entière, m'a fourni l'occasion d'étudier de près les sources émergeant des calcaires de la haute Belgique et notamment du Condroz, divers projets qui prévoyaient la dérivation de certaines d'entr'elles ayant été préconisés.

C'est également la question de l'alimentation en eau de l'agglomération bruxelloise qui a provoqué, à diverses reprises, des discussions intéressantes au sein de la Société de Géologie sur le point spécial, fort controversé, des *nappes aquifères continues* dans les terrains calcaires; enfin, il est probable que cette même question n'a pas été étrangère à la direction donnée à l'excursion annuelle de 1893.

Non seulement tout cela montre que la Société belge de Géologie et d'Hydrologie remplit bien son programme d'applications scientifiques, mais combien aussi les intérêts de la Ville de Bruxelles lui tiennent à cœur.

Ce sont ces bonnes dispositions que je me suis permis d'escompter lorsque j'ai demandé à pouvoir entretenir une fois encore la Société des *sources des bassins calcaires*.

(1) J'ai cru faire chose utile en répondant, dans l'exposé qui suit, à diverses objections présentées ultérieurement par M. l'Ingénieur Walin au cours de sa conférence du 6 mars 1894. Il m'a paru que la discussion ouverte au sein de la Société de Géologie se trouverait ainsi simplifiée.

A. — Différences essentielles entre les sources des terrains calcaires et les sources des terrains non cohérents.

Au cours des nombreuses excursions que j'ai faites dans les vallées de l'Ourthe, de l'Amblève, du Hoyoux et du Bocq, j'ai eu l'occasion de relever un certain nombre de faits qui me paraissent de nature à fixer très sérieusement l'attention.

J'ai longtemps hésité sur le point de savoir si je livrerais à la publicité les conclusions que les faits que j'ai relevés me paraissent autoriser ; le moment m'ayant paru opportun, j'ai pris la décision de présenter à la Société de Géologie la première esquisse de mon travail, me réservant, si les rares loisirs dont je dispose me le permettent, de m'étendre davantage par la suite sur l'objet dont je vais avoir l'honneur de vous entretenir.

Lorsque l'on fait entrevoir au public que l'on peut lui distribuer de « **l'eau de source** » et que l'on a soin de souligner cette offre en disant « **eau de roche** », il est immédiatement séduit ; il semble qu'il y a dans ces mots une sorte de magie, un gage de sécurité absolue.

C'est là un des écueils dont les hygiénistes doivent se garer.

Que pareille opinion puisse être considérée comme généralement fondée lorsqu'il s'agit d'eaux de roche issues de terrains tels que les grès par exemple, je suis d'accord sur ce point ; mais que l'on puisse avoir une même opinion des sources issues des terrains calcaires de la haute Belgique, je ne le pense pas, et mon opinion s'appuie, non seulement sur les nombreux faits rapportés par les géologues, mais aussi sur le résultat de mes observations personnelles.

Que l'on ne se méprenne pas sur la portée de ce que je viens de dire : je ne prétends pas que les sources des terrains calcaires de la haute Belgique donnent généralement des eaux peu recommandables ; il serait puéril de ma part de nier que l'on y rencontre des sources de tout premier ordre, mais, ce que je suis en droit d'affirmer, c'est que les sources issues de ces terrains doivent être l'objet d'une étude géologique très attentive, avant qu'il puisse être question de les utiliser, et je me crois en droit d'affirmer également que plusieurs des sources qui ont été présentées pour l'alimentation de l'agglomération bruxelloise, tant à la Ville de Bruxelles qu'à la Compagnie intercommunale des Eaux, sont, malgré l'éloge prématuré qu'on a pu en faire, aujourd'hui condamnées au point de vue géologique et que leur dérivation mettrait la santé publique en péril.

Bon nombre de villes de l'étranger ont payé fort cher cet engoue-

ment irréfléchi pour les « eaux de roche », et je sais en Belgique telles localités, qui sont, selon moi, sous le coup de terribles surprises.

C'est pourquoi l'on ne peut qu'applaudir à la décision récemment prise par le Gouvernement d'ouvrir une enquête sur la question des eaux en Belgique ; je crois qu'elle mettra en lumière certains faits dont la salubrité générale est appelée à bénéficier, *si des géologues sont appelés à participer à cette importante étude.*

Avant d'éveiller, comme on l'a fait, l'enthousiasme du public en faisant miroiter à ses yeux l'excellence de telle ou telle solution du problème à résoudre pour Bruxelles, il eût été sage de consulter les géologues sur la valeur réelle des sources dont on proposait la dérivation, car les désillusions qui se sont produites quant à la quantité, se produiront également quant à la qualité.

La condamnation de certaines sources, survenant alors que l'opinion du public se trouve faite, est à méditer.

Elle prouve une fois de plus que les problèmes ayant pour objet le captage d'eaux élaborées en sous-sol sont du domaine de la géologie, tout aussi bien que s'il s'agissait de la prise de possession d'un minerai enfoui dans les profondeurs du sol.

Malheureusement un amour-propre mal placé, parfois aussi une trop haute opinion de soi-même, engage les auteurs de projets à ne pas s'adresser aux professionnels pour des questions d'ordre spécial. C'est là un tort qui serait pardonnable, si pour la mise à exécution des projets on devait puiser dans sa propre bourse ; ce procédé est injustifiable lorsque les deniers publics doivent être mis à contribution.

La science de l'ingénieur est aujourd'hui trop étendue pour que l'on puisse se flatter de la posséder tout entière, quelque effort que l'on fasse pour se l'approprier, et chacun dans sa sphère doit s'estimer fort heureux lorsqu'il peut s'y tenir au courant de l'incessant progrès, sans prétendre tout connaître du domaine de son voisin.

Si, pour l'analyse chimique, pour l'examen bactérioscopique des eaux dont on propose la dérivation, on a soin de ne pas s'en rapporter à soi-même et si l'on a recours à des personnes spécialement compétentes, pourquoi ne pas en user de même pour déchiffrer les problèmes géologiques que soulève l'inspection des terrains fournissant ces mêmes eaux, surtout lorsqu'il s'agit de sources émergeant de terrains fissurés comme les calcaires devoniens et carbonifères, où la circulation des eaux s'établit d'une tout autre façon que dans les terrains perméables ?

Pour ces derniers, le levé des nappes aquifères peut donner toutes garanties quant aux débits, et, pour ce qui touche à leurs qualités,

très souvent l'homogénéité des terrains est une garantie de composition constante.

C'est assez dire dans quelle médiocre estime on doit tenir les publications faites dans la presse quotidienne et traitant des plus graves problèmes de l'Hydrologie. Il est de toute évidence que la masse du public n'est nullement en état de juger de la valeur des arguments présentés et que de telles questions ne peuvent être utilement abordées et discutées que dans des réunions ou des revues scientifiques.

B. — Inutilité et difficultés du levé des ressources aquifères que contiennent les calcaires.

Au cours des discussions auxquelles ont donné lieu les sources de la vallée du Hoyoux, il a été dit que le régime de ces sources était mal connu, que de simples jaugeages sont insuffisants et qu'il est indispensable, pour être fixé sur leur valeur réelle, de procéder *au levé des nappes aquifères qui les alimentent*.

De telles déclarations ne laissent pas de causer quelque surprise à ceux qui ont fait des études sur le terrain et qui connaissent les conclusions publiées à ce sujet par les géologues.

Quand on étudie les sources des terrains perméables, il est nécessaire, pour se rendre compte de l'aménagement qui leur convient en vue d'un rendement maximum, de procéder au levé des nappes aquifères, dont les sources ne sont en réalité que le trop plein visible.

Dans un pays fort habité comme la Belgique, ce travail est relativement aisé et peu onéreux dans certaines provinces, parce que les puits domestiques, très multipliés, peuvent fournir des éléments d'appréciation que l'on complète, si besoin est, par des sondages convenablement répartis.

Ces sondages, dans les terrains meubles, se font souvent sans difficulté, lorsque la nappe aquifère n'est pas à grande profondeur.

Mais, lorsqu'on ne doit la rencontrer qu'à 30 mètres ou à 40 mètres sous la surface du sol, on comprend que souvent les trous de sonde doivent être garantis par des tubages, et que de telles opérations deviennent fort coûteuses si l'on prétend procéder à un travail sérieux.

Je note que les cours d'eau des terrains perméables sont peu encaissés, que les terrains qui les bordent se relèvent en pente douce, qu'enfin plus les pores du terrain sont serrés, plus les nappes se relèvent avec les versants.

L'ensemble de ces circonstances rend les opérations préliminaires du nivellement des nappes aquifères moins onéreuses que si l'on avait à faire semblables recherches dans les calcaires du Condroz, où les puits sont rares, les cours d'eau étroitement encaissés dans des gorges abruptes, de façon à donner immédiatement, entre leur lit et les plateaux, des dénivellations de 50 et 100 mètres et plus ; enfin, la perforation de la roche n'y est pas chose aisée.

A côté de ces premières difficultés s'en dressent d'autres.

A supposer que l'on trouve l'eau en un point, les géologues nous font savoir qu'on sera d'abord certain qu'elle ne provient pas d'une nappe, comme l'eau précédente des terrains sableux et argileux. Elle proviendra d'un cours souterrain inconnu ; enfin on pourra, *même après avoir franchi en profondeur le canal aquifère, ne rien trouver.*

Deux puits peuvent s'alimenter à des canaux différents, sans communications entre eux.

Ainsi donc, les renseignements complémentaires que l'on tenterait d'obtenir par un travail des plus coûteux pour les sources du Hoyoux, — et ce qui est dit des sources du Hoyoux est applicable aux sources du Bocq et aux sources des calcaires de l'Ourthe et de l'Amblève — n'auraient d'autre résultat que de donner des conclusions capables de fausser le jugement.

En matière scientifique, les théories ne doivent pas être acceptées comme des vérités incontestables ; souvent on a pu reconnaître que la « science officielle » comportait des erreurs.

Mais, si des hommes tels que Belgrand, à qui l'on doit les plus belles recherches qui aient jamais été faites en hydrologie, disent que dans les terrains calcaires les nappes d'eau sont discontinues, si des géologues tels que M. Dupont, le savant directeur du Musée d'histoire naturelle, qui a consacré une partie de sa vie à l'étude des régions calcaires de la Belgique, le prétendent également ; si des savants tels que M. Daubrée dans son ouvrage : « Les eaux souterraines aux époques anciennes et à l'époque actuelle », des ingénieurs tels que Otto Lueger dans son remarquable traité : « Die Wasserversorgung der Städte », Spatoro dans son « Igiene delle Abitazione », des explorateurs aussi hardis que MM. Martel et Gaupillat, dont on sait les émouvantes excursions souterraines, accumulent faits sur faits pour démontrer que les terrains compacts, par nature, mais fissurés par accidents géologiques, ne comportent que des rigoles, des corridors d'écoulement et des nappes discontinues, il conviendrait d'apporter à l'appui du système que l'on prétend y opposer, le résultat d'observations précises, nombreuses et indiscutables et non de simples dénégations.

A moins de bouleverser les lois d'écoulement des liquides, comment peut-on prétendre que dans les terrains perméables, à mailles serrées, la circulation de l'eau se fait de la même manière que dans les calcaires traversés de failles, de diaclases et de joints, hormis des cas spéciaux qui ne peuvent servir à l'établissement d'une théorie ?

Dans les terrains perméables on sait que les nappes sont continues et d'allure uniforme pour autant que la perméabilité reste sensiblement la même ; toutefois, aussitôt que la nature des terrains au travers desquels l'eau chemine vient à changer — si l'on passe par exemple du sable fin au sable graveleux ou au petit gravier — il se reproduit ces brusques affaissements, ces ondulations parfois énormes, observés dans tout levé de nappe aquifère de quelque étendue.

Cette simple observation ne montre-t-elle pas — *à priori* — que dans les calcaires où le mode de circulation est d'une autre nature, où il a lieu par des canaux, des entonnoirs, des diaclases, il est *matériellement impossible*, — hormis le cas où on pourrait suivre la canalisation souterraine des sources, et même à la grotte de Han on ne peut la suivre — de chercher à relever les eaux d'un massif calcaire de la même manière que dans les terrains à nappes.

C. — Les conditions réelles du problème et le prétendu levé des nappes aquifères dans les calcaires.

Admettons que l'on pose à un ingénieur hydrologue la question que voici :

Dresser la carte avec courbes de niveau d'une canalisation existant dans un terrain mesurant plusieurs milliers d'hectares en surface, ce terrain présentant les particularités suivantes :

A une époque indéterminée, il a été établi, à des profondeurs variant de 1 mètre à 100 mètres sous la surface du sol et à des niveaux différents, un réseau de galeries dont on ne connaît que quelques débouchés.

Quoique ces quelques débouchés soient connus par le produit des eaux qu'ils déversent au dehors, on note qu'ils sont *inaccessibles*.

De plus, on ne sait pas où les prises d'eau ont lieu, si elles sont simples ou multiples, lointaines ou rapprochées.

De plus encore, le plan en est perdu.

Ce que l'on sait simplement, c'est que ces galeries forment un réseau maillé à l'infini et dont les méandres sont inextricables ; ce que l'on sait aussi, c'est que nombre d'entre elles ont des contrepentes, également qu'elles s'étendent parfois sur des kilomètres de longueur ;

on sait encore qu'elles communiquent entre elles par des orifices, parfois trop étroits pour dégorger sans se mettre en charge le produit de leurs ramifications et qu'en d'autres points, par contre, ces mêmes galeries atteignent des dimensions énormes. On sait enfin qu'elles sont sur leur cours en relation avec l'extérieur par des puits qui y introduisent l'eau de ruissellement.

Les choses étant telles, on demande à l'ingénieur hydrologue de faire un plan complet de la canalisation souterraine qui permette de déduire les travaux à exécuter aussi économiquement que possible pour en prendre possession.

Voilà en réalité le problème dont on réclame la solution lorsqu'on nous entretient du levé des « nappes aquifères » de la haute Belgique, avec cette difficulté en plus que les terrains non cohérents que je supposais tantôt sont ici remplacés par une roche massive, dont un outillage spécial pourra seul avoir raison.

C'est assez dire qu'à mon avis, *hormis des cas spéciaux*, et je ne pense pas que l'on en puisse citer un seul dans tout notre pays, l'étude des sources émergeant des terrains calcaires devoniens et carbonifères ne doit pas se faire, et plus exactement, ne peut se faire en procédant comme cela est de règle pour les sources issues de terrains non cohérents, par des levés hydrologiques, abstraction même faite des dépenses exagérées auxquelles conduirait la théorie qui les conseille.

Je me sépare donc sur ce terrain de mon savant collègue M. l'ingénieur Verstraeten, qui nous disait, en séance du 15 juillet 1890, au sujet des sources du Hoyoux, que « avant de conclure, il faudrait vérifier et éliminer l'hypothèse par des constatations en règle, telles par exemple qu'un nivellement hydrographique, facile à exécuter ».

Et quoiqu'il puisse paraître pénible à l'ingénieur chargé de l'étude des distributions d'eau de devoir abandonner à d'autres une partie de sa tâche, l'intérêt public lui commande de s'en remettre dans des cas spéciaux, comme celui qui nous occupe, à l'avis des géologues, généralement plus compétents que lui pour apprécier ce qui se passe dans les entrailles de la terre.

Cela ne signifie pas que nous ne devons pas avoir voix au chapitre, puisque, nous aussi, nous pouvons être bons observateurs ; mais les mêmes raisons qui nous engageraient à ne pas nous incliner devant la compétence des géologues en matière d'établissement du prix de revient de l'eau par exemple, ou encore d'exploitation du service, doivent nous engager à nous effacer devant eux lorsque nous abordons des problèmes de leur compétence.

D. — Observations générales sur les sources des terrains calcaires (1).

Les premières observations que j'ai faites sur les sources des calcaires du Condroz se rapportant aux bassins de l'Ourthe et de l'Amblève, bassins que j'ai parcourus dans toutes les directions et que je crois par conséquent bien connaître, présentent une particularité très intéressante.

Pas un des ruisseaux se jetant dans l'Ourthe, de même que pas un des ruisseaux affluents de l'Amblève, n'arrive par voie entièrement superficielle à la rivière, *lorsque sur son parcours il vient à rencontrer les calcaires* (2).

En même temps on note, au pied de ces massifs calcaires ou à leur rencontre avec la roche du soubassement, des sources généralement puissantes.

Sans avoir à entrer dans des détails à ce sujet, je signale, pour donner une idée de l'importance des afflux d'eau qui se font sous forme de

(1) J'ai exposé, au cours de ma communication, une carte à l'échelle de 1/40 000 des bassins sourciers de l'Ourthe, de l'Amblève, du Hoyoux et du Bocq.

Cette carte figurait les massifs calcaires devoniens et carbonifères, les ruisseaux, leur bassin hydrographique *superficiel*, l'emplacement des nombreuses sources jaillissant dans cette contrée, les aiguilleux, les effondrements, les rentrées d'eau. Malheureusement, si elle était de trop grande dimension pour que l'on eût pu songer à la reproduire; d'un autre côté, un tirage à petite échelle eût été trop confus pour être d'un utile enseignement.

La partie descriptive du présent travail est, par ce fait, écourtée, et je me vois obligé, pour éviter une sèche nomenclature qui ne dirait rien à l'esprit, lorsqu'on ne peut la suivre sur une carte convenable, de passer directement aux conclusions générales de mes excursions.

(2) M. l'ingénieur Walin a fait observer, non sans raison, que les principales cavernes du pays sont creusées dans le Devonien.

L'examen de la carte géologique m'avait également conduit, dans le principe, à attribuer aux calcaires devoniens, assez développés dans les vallées de l'Ourthe et de l'Amblève, cette faculté d'engouffrement en masse des eaux superficielles. Mais une étude plus attentive m'a montré que les vallées du Hoyoux, du Bocq et du Crupet, son affluent, creusées en plein calcaire carbonifère, présentent des phénomènes identiques.

Si je suis tenté d'admettre avec M. l'ingénieur Walin, qu'en tout état de cause, les calcaires devoniens sont plus parsemés de couloirs que les calcaires carbonifères, je note que le danger ne réside pas seulement dans le calcaire lui-même, ainsi qu'on le verra par la suite, mais aussi dans la configuration du bassin hydrographique des sources, configuration à laquelle des faits relevés assignent un rôle prépondérant.

(Note ajoutée pendant l'impression.)

sources (1), que l'ensemble des volumes jaugés dans la région considérée représentait plus de 100,000 mètres cubes journaliers en septembre 1892, c'est-à-dire après un été très sec.

Si bien des sources que j'ai reconnues ne sont que de fausses sources, comme on l'a déjà pressenti, par contre, il en est d'autres qui paraissent franches.

Quant à leur débit, les sources et fausses sources d'Esneux, de Chanxhe, de Comblain-au-Pont, de Comblain-Fairon, de Néblon-Moulin, de Pont-le-Prêtre, de Logne, d'Aywaille et de Remouchamps, l'emportent sur la plupart des sources visibles des vallées du Hoyoux et du Bocq.

Ultérieurement, ayant visité les bassins sourcières du Hoyoux et du Bocq, j'ai pu faire des observations analogues ; j'y ai vu soit des cours d'eau permanents, soit des cours d'eau temporaires provoqués par les ruissellements, à la suite de grandes pluies ou à la fonte des neiges, disparaître dans des poches des calcaires, alors qu'au pied des massifs on pouvait également constater la présence de sources.

En même temps je reconnaissais que les trois bassins considérés, Ourthe et ses affluents, Hoyoux et Bocq, présentent, sous le rapport du nombre de ces engouffrements d'eaux superficielles de grandes différences, en ce sens que c'est vers l'Ourthe qu'on les trouve les plus nombreux.

Or il n'est pas douteux que ces disparitions « en masse » d'eaux superficielles peuvent exercer une influence considérable sur la valeur des eaux débitées par les sources ; si l'on peut estimer, dans certains cas, que le volume des eaux débitées par les sources ne varie pas à la suite des pluies torrentielles, dans d'autres circonstances au contraire on s'aperçoit d'un gonflement temporaire ; enfin il est telles sources que l'on sait, par observation directe, être le produit de la réapparition de ruisseaux, pénétrant à l'amont, dans les entrailles du sol.

Cette allure des sources émergeant des calcaires montre que les unes

(1) C'est avec intention que je dis *sous forme de sources*, alors que cependant il s'agit d'émergence d'eaux absolument cristallines pendant la majeure partie de l'année, parce que toutes celles à l'origine desquelles nous savons remonter ne représentent que la réapparition des cours d'eau superficiels. Et cependant, à en juger par la limpidité, la fraîcheur et le goût, ces eaux sont comparables aux sources les meilleures.

J'ai vu plusieurs d'entre elles, les sources d'Aywaille, de Remouchamps, se troubler après des pluies d'orage intenses, mais par contre, j'ai vu aussi la source de Logne sortir du rocher absolument limpide, alors que la Lembre qui lui donne naissance, disparaissant à 2 kilomètres en amont, débitait des eaux limoneuses.

comme les autres appellent le doute et le plus souvent la certitude qu'elles doivent être rejetées pour l'alimentation des villes.

Il était intéressant de rechercher les motifs de cette différenciation entre les sources, et, les motifs connus, de formuler la règle pratique qui permît d'apprécier si les chances de rencontrer, dans une région déterminée, des sources de bonne qualité, sont favorables ou défavorables.

Je vais tenter de démontrer que cette règle existe, qu'elle est d'une application fort aisée, et même, que dans bon nombre de cas, elle permet, après lecture de bonnes cartes géologiques, de prévoir le résultat des recherches à faire ultérieurement sur le terrain.

E. — Classification des sources des terrains calcaires.

Si, après avoir visité les vallées de l'Ourthe et de l'Amblève, du Hoyoux et du Bocq, si, après s'être rendu compte des particularités qui distinguent entre elles les sources issues des calcaires de cette région, on jette un coup d'œil sur une carte à assez grande échelle sur laquelle figurent les bassins calcaires, les roches d'emboîtement, les ruisseaux, les aiguigeois, les effondrements, les sources et leur bassin hydrographique apparent, on se trouve amené en confrontant tous ces éléments aux conclusions suivantes :

Les sources issues des calcaires de l'Ourthe et de l'Amblève, du Hoyoux et du Bocq peuvent être classées en trois catégories :

Sources fournissant probablement en toutes circonstances des eaux de bonne qualité, ou *sources de premier ordre* ;

Sources fournissant généralement des eaux de bonne qualité, ou *sources de deuxième ordre* ;

Sources fournissant parfois des eaux de bonne qualité et généralement de mauvaise qualité, ou *sources de troisième ordre*.

Soit en résumé, la classification suivante :

3^e Ordre = sources que l'on voit produites par des cours d'eau engouffrés.

= sources étudiées.

2^e Ordre = sources que l'on ne voit pas produites par des cours d'eau engouffrés, mais au voisinage desquelles on voit des aiguigeois.

= sources imparfaitement étudiées.

1^{er} Ordre = sources pour lesquelles on ne voit pas de cours d'eau engouffrés ni d'aiguigeois.

= sources connues seulement à leur orifice de sortie.

= sources non étudiées.

J'examinerai tout d'abord les conditions spéciales sous lesquelles se présentent les sources de troisième ordre, pour m'occuper ensuite des sources du deuxième ordre, et enfin, celles du premier ordre ; cette méthode permettra de simplifier l'exposé de la question.

Sources de troisième ordre.

Les sources de troisième ordre ne sont, ainsi que l'on a déjà pu s'en rendre compte, que le produit, augmenté ou non par des apports souterrains, de cours d'eau superficiels qui se sont engouffrés en amont, dans les orifices des canaux des calcaires.

Telles sont, par exemple : la source d'Esneux, la source d'Aywaille, la source de Dieupart, la source de Remouchamps, la source de Pont-le-Prêtre. Ici la pollution des eaux ne peut laisser de doute dans l'esprit, et si, à certains moments de l'année, l'eau débitée par ces sources est de bonne qualité, ce qui peut arriver dans des régions peu habitées, d'une façon générale, on doit la considérer comme impropre à la consommation.

L'examen d'une carte, dressée avec les détails que je disais tantôt, montre que les vallées au pied desquelles elles émergent sont, pour les sections calcaireuses, littéralement parsemées d'aiguigeois, et ce n'est qu'à de bien rares moments que le cours superficiel alimentant les sources parvient à déverser directement une portion de ses eaux dans la rivière. Il faut pour cela une brusque fonte de neige après des gelées intenses, ou encore des pluies torrentielles, et encore est-il que, même en ces circonstances, ces cours d'eau superficiels vont, à l'inverse de ce qui se passe généralement, en augmentant de débit à mesure qu'on les remonte.

On voit également, fait caractéristique, que les massifs calcaires donnant naissance à ces sources, sont constitués en véritables biseaux enclavés dans les psammites ; ces biseaux calcaires, d'une épaisseur réduite, ont été, comme tous nos terrains primaires, le siège de dislocations considérables qui expliquent ces disparitions si aisées de cours d'eau superficiels.

Enfin, le bassin hydrographique de ces sources est mixte, c'est-à-dire que la tête ou les flancs des vallées y sont formés par des terrains où l'eau pénètre autrement et souvent sur une moindre échelle que dans le calcaire, et d'une superficie considérable. Cette dernière considération a une importance prépondérante, car les pluies tombant sur cette zone annexe du bassin calcaire donneront lieu à la formation d'une source pérenne dont le produit, formant ruisseau, s'engouffrera dans

les fissures calcaires, souvent dès le contact, pour reparaître ultérieurement comme source basse ou encore se jeter, sans avoir revu le jour, dans la rivière, par des voies inconnues.

On comprend que cet engouffrement *en masse et en un point donné* a comme corollaire une épuration fort incomplète en sous-sol, de telle façon qu'à supposer même un bassin calcaire fort étendu, capable par lui-même d'un apport bien autrement considérable que l'apport de la source supérieure, *le produit total de la source ou des sources finales est inutilisable.*

Dans ces circonstances, quels que soient les résultats donnés par l'analyse chimique et bactérioscopique, il y aurait imprudence flagrante à proposer de semblables eaux, même après un long parcours en sous-sol, pour l'alimentation, car si les circonstances ont fait que les échantillons soumis à l'examen n'ont décelé aucune impureté, il peut en être tout autrement du jour au lendemain.

Un bassin *entièrement calcaire* peut absorber, à mesure qu'elle tombe, une pluie fût-elle diluvienne, et les eaux, en pénétrant à l'état divisé dans les mille crevasses du sol, se débarrasseront aisément par oxydation des matières organiques rencontrées au contact de la pellicule terreuse recouvrant la roche. Mais on imaginera difficilement que ce même produit de pluie, recueilli dans un bassin relativement imperméable et se précipitant sous forme de ruisseau en temps normal, de torrent, en temps d'averse, jusqu'aux crevasses qui l'engouffrent en une fois, rencontre en sous-sol, dans un champ limité, le filtre assez puissant pour l'épurer.

De même qu'un filtre au sable est capable d'épurer sous certaines conditions de vitesse de passage, de l'eau de rivière, alors que son rôle devient nul cette vitesse étant décuplée, de même les roches calcaires où s'opèrent les phénomènes de purification que nous connaissons, pour une pluie également répartie, ne pourront en être le siège qu'en des circonstances exceptionnelles et sur lesquelles on ne peut tabler, s'il se produit des afflux locaux considérables et permanents.

Sources de deuxième ordre.

Ce qui distingue les sources de troisième ordre des sources de deuxième ordre, c'est que les premières *sont en tout temps* alimentées, en partie, parfois presque en totalité, par des cours d'eau superficiels permanents, tandis que les secondes ne reçoivent cet appoint superficiel, *en tout ou en partie qu'à des époques indéterminées.*

Je note tout d'abord que ces sources occupent généralement le pied des vallées formant la limite entre les calcaires et les roches de soubassement.

Les sources de troisième ordre, les plus suspectes, se rencontrant au pied des vallées où aboutissent les lentilles de calcaires, symétriquement enchâssées, il est assez naturel que cette cause de fendillement profond que l'on retrouve à tout contact, soit l'indicateur, *à priori*, d'une cause de contamination pour la source qui s'échappera dans ses environs.

En effet, abstraction faite pour un instant, de ce qui peut se passer en tête de la vallée au pied de laquelle jaillissent les sources de deuxième ordre, la zone de contact, le long de laquelle les eaux qu'elles fournissent ont trouvé un passage facile est ce que l'on pourrait nommer, à juste titre, *un lieu d'aiguigeois* : de sorte que, si dans de telles vallées, à la suite d'une brusque fonte de neige succédant à des gelées intenses il se produit un cours d'eau temporaire, la contamination des sources peut s'ensuivre, même si la vallée est entièrement creusée dans le calcaire. Si, au lieu de cela et c'est fréquemment le cas, sur la vallée principale se greffent des vallées secondaires découpées dans des terrains moins perméables que les calcaires, et parfois même imperméables, la situation est plus fâcheuse encore.

En effet, s'il faut un ensemble de circonstances assez rares pour provoquer la formation de cours d'eau superficiels dans les terrains calcaires, parce que l'absorption de l'eau s'y fait avec une facilité extraordinaire ; par contre, une simple pluie d'orage peut en provoquer la création vers les parties hautes imperméables ou moins perméables. On verra alors ces cours d'eau *temporaires* s'engouffrer dans le sous-sol dès les points de contact et provoquer à intervalles plus ou moins longs le gonflement et la pollution des sources inférieures.

Sources de premier ordre.

Ce qui précède montre que les sources de premier ordre émergent des massifs les plus considérables et à une distance assez grande des lieux de contact.

Mais ce fait seul ne suffit évidemment pas pour donner tout apaisement ; il faut en outre que ces massifs ne soient pas traversés par des vallées sèches, et qu'ils s'étalent en surface au delà des limites du bassin hydrographique superficiel.

Les motifs s'en déduisent de ce qui précède et l'on comprend aisé-

ment que les bassins étant fort étendus et surtout s'étalant au delà des limites du bassin hydrographique apparent, les pluies s'infiltreront en sous-sol à mesure de leur production, *sans qu'il puisse y avoir lieu à formation de ces cours d'eau superficiels, temporaires ou permanents, dont l'existence représente une cause de contamination* dont je n'ai plus à faire ressortir le danger.

Cependant, comme les bassins hydrographiques des sources des calcaires devoniens et carbonifères sont latéralement limités par des roches peu perméables ou imperméables, il s'ensuit qu'à supposer l'existence d'un vaste bassin aquifère donnant naissance à des sources bien disposées vers son axe, c'est-à-dire au point le plus favorable, la situation pourra être considérée comme plus favorable encore, si, au débouché de chacune des vallées qui limitent le bassin à l'amont et à l'aval, on trouve une source ou le débouché d'un aiguigeois.

Ces sources du deuxième ordre dont on aura soin de ne pas s'emparer ou encore ces débouchés d'aiguigeois seront en quelque sorte les sétons qui éliminent les eaux douteuses, à mesure de leur production, en réservant pour leur source principale, de premier ordre, souvent puissante dans les massifs étendus, les eaux les mieux épurées, le mieux à l'abri des causes de contamination superficielles.

Mais, quelle que soit l'ampleur d'un bassin calcaire, il est évident également que s'il s'y trouve, grâce aux plissements qui sont la règle dans les calcaires, des promontoires souterrains de roches imperméables ou relativement imperméables, capables par leur surface de donner naissance à des cours d'eau temporaires ou permanents, dont le produit se dirige vers le bassin calcaire, la situation si favorable envisagée tantôt, pourra être irrémédiablement compromise. Ce qui sera l'indice d'une compromission, c'est la formation en plein massif calcaire d'une vallée sèche dans la direction de l'écoulement naturel des eaux provenant de la roche de soubassement logée sous forme d'éperon dans les calcaires.

J'ai entendu proposer le bétonnage des aiguigeois et des fractures du calcaire, dans les vallées sèches au pied desquelles on rencontre des sources.

Une telle proposition dénote, me paraît-il, une connaissance fort imparfaite du régime des eaux dans les calcaires ; abstraction faite de son coût ; ce serait un travail de Pénélope, sans cesse à refaire, car les entonnoirs mangent littéralement les terres ; à peine l'un fermé, un autre se reforme.

La solution proposée, en dehors de son coût, n'est donc pas pratique.

F. — Application pratique de la classification des sources des terrains calcaires.

La classification que je viens de donner des sources émergeant des calcaires devoniens et carbonifères me paraît rationnelle, et c'est en me basant sur ces données que j'ai cru pouvoir indiquer, pour d'autres bassins calcaires, rien qu'à l'examen de la carte géologique, des lieux de rentrées d'eau probables, *avant même d'avoir visité le terrain*. J'ai eu la satisfaction de constater chaque fois que mes prévisions étaient exactes.

Il est bien certain qu'une telle théorie souffre des exceptions et que l'on ne serait pas fondé, à supposer que ma thèse fût même approuvée en tous points, à s'établir sur une argumentation théorique pour déclarer sans plus ample examen que telle source, surgissant dans les conditions indiquées comme étant celles où se présente une source de premier ordre est acceptable, tandis que telle autre se présentant en deuxième ou troisième ordre doit être impitoyablement éliminée.

Ce serait excessif et pas une théorie humaine ne résisterait à pareille intransigeance.

Mais ce que je suis tenté de croire, c'est que les règles fort simples que je viens d'indiquer pour la recherche des sources de calcaires devoniens et carbonifères, bien comprises et bien appliquées, donneraient à l'étude de ces sources un réel cachet de sécurité, puisqu'elles montrent les points où peut se présenter le danger et qu'il convient, par suite, de surveiller fort attentivement.

Il est des choses qu'il est bon de répéter. Pas plus que des jauges faits en année moyennement pluvieuse ne peuvent donner les assurances voulues quant au débit d'une source, pas plus quelques analyses chimiques et quelques examens bactérioscopiques ne peuvent inspirer la sécurité indispensable, quand il s'agit de sources émergeant de calcaires devoniens ou carbonifères.

Il suffit d'une pluie extraordinaire, d'une fonte brusque de neiges, pour démontrer que toutes les espérances que l'on estimait légitimes, se trouvent démenties par un fait anormal, mais rentrant dans le domaine des choses possibles, ainsi que j'aurai l'occasion de le démontrer ultérieurement.

Je n'ai pas, dans un exposé général tel que celui-ci, à indiquer les exceptions aux règles que j'ai cru pouvoir formuler ; cela m'entraînerait trop loin.

Du reste, je me propose de reprendre à loisir cette question, qui mérite un plus long commentaire.

Quoi qu'il en soit, avec les éléments d'appréciation qui viennent d'être exposés, il est possible d'établir entre les bassins de l'Ourthe et de l'Amblève, du Bocq et du Hoyoux une comparaison générale que chacun jugera sans doute intéressante. J'entends parler d'une comparaison au point de vue de la qualité probable des eaux des sources, qui se font jour dans les calcaires de ces vallées, abstraction faite de toute question de quantité.

Si l'on jette un coup d'œil sur une carte géologique donnant la configuration générale des massifs calcaires et des bassins hydrographiques apparents de l'ensemble des sources pour chacune de ces vallées, on voit immédiatement, en application des éléments qui précèdent, l'incontestable supériorité du bassin du Hoyoux sur les bassins du Bocq et de l'Ourthe, qui vient en dernière ligne au point de vue de la *qualité, étant bien entendu encore une fois, que cette classification générale, au point de vue de la qualité, est donnée abstraction faite de toute question de quantité.* Ainsi, il se peut fort bien que dans un bassin on trouve avec quelques sources puissantes et irréprochables, un volume *utilisable* supérieur à celui que l'on trouverait dans un autre bassin, en fait mieux constitué, mais où les sources les moins importantes se trouveraient être les plus pures et les sources les plus considérables, les moins pures.

Ce qu'il convient donc de faire, c'est, après ce coup d'œil d'ensemble jeté sur les régions à comparer, étudier chacune d'elles en détail et établir, avant de conclure, une sorte de balance de profits et pertes.

G. — Jaugeage des sources issues des calcaires.

Les observations auxquelles donnent lieu les sources issues des calcaires devoniens et carbonifères nous ont déjà fait pressentir que pour leur jaugeage et leur captage des précautions spéciales s'imposent.

Je dirai tout d'abord un mot des jaugeages.

A moins que l'examen géologique n'ait donné la conviction que *toutes les eaux* souterraines dont on cherche à s'emparer ont une origine qui les met à l'abri de tout soupçon, et ce cas doit se présenter fort rarement, la méthode de jaugeage *par différence* n'est qu'une indication, utile à connaître sans doute, mais qui ne peut servir de base pour l'appréciation des volumes que l'on peut jeter dans les aqueducs de dérivation.

Je rappellerai que la méthode *par différence* consiste à déduire le produit d'une rivière à sa partie amont, de son produit au point

situé immédiatement à l'aval de la région des sources. La différence obtenue entre le résultat des jaugeages d'aval et d'amont représente l'apport des eaux souterraines entre les deux points considérés.

Ce qui a été dit précédemment du mode de circulation des eaux dans les calcaires a certainement démontré que bon nombre de sources des vallées de l'Ourthe et du Bocq doivent être éliminées, à moins que l'on ne prenne la résolution d'en opérer le captage en amont des calcaires ; au Hoyoux les conditions sont incontestablement meilleures *entre l'entrée du parc de Modave et le hameau de Petit-Modave*.

J'ai dit que des jaugeages « par différence » sont d'un utile enseignement et il est bon d'y procéder ; mais de là à se croire autorisé à conclure que l'on peut prendre possession des volumes enregistrés en différence, il y a un abîme.

En effet, ces volumes enregistrés représentent des eaux parfaites pour l'alimentation et des eaux suspectes, ou du moins qui peuvent le devenir du jour au lendemain ; enfin, et sur ce point spécial l'attention n'a pas été attirée jusqu'aujourd'hui, *le volume des eaux issues par voies inconnues* l'emporte généralement sur celui des eaux se présentant à la vue ; cette observation s'adresse au Hoyoux principalement.

Rien n'est plus trompeur que l'œil en matière de jaugeage, et il se fait que la plupart des personnes ayant visité les sources de Modave, émerveillées de la quantité d'eau que l'on voit sourdre en certains points, ne s'imaginent pas que leur total ne représente seulement que la moitié ou le tiers du volume total des eaux dont la dérivation a été proposée.

Pour le Bocq, je ne sais si la proportion entre les eaux souterraines invisibles et les sources visibles est aussi considérable, mais l'inspection que j'ai faite des sources me porte à croire qu'il en est de même (1).

(1) J'ai entendu formuler la thèse suivante : Les aiguigeois représentant une surface insignifiante comparée à celle du bassin alimentant les sources, leur influence sur la valeur de celles-ci est faible.

Ainsi l'on a dit que la surface totale des bétaires reconnus est, pour les bassins calcaires du Condroz, de quelques dizaines de mètres carrés, alors que les bassins sourciers mesurent des millions de mètres carrés.

C'est là un sophisme qui peut ébranler l'opinion du public, mais qui ne peut avoir de crédit auprès des ingénieurs.

En laissant de côté cette fausse appréciation des surfaces comparées des bétaires aux surfaces des bassins hydrographiques des sources, appréciation fautive car dans les vallées sèches les bétaires succèdent aux bétaires, et représentent une valeur bien supérieure à celle qu'on a tenté de leur assigner, je note : Que ce qu'il convient de savoir, c'est si un groupe de sources débitant par exemple 30 000 mètres cubes par

Il se fait donc que les résultats d'analyse chimique et d'examen bactérioscopiques que l'on nous soumet, ne s'appliquent qu'à une faible portion des eaux dont on projette la dérivation, alors que nous savons déjà que pour plusieurs de ces sources visibles, notre savant collègue M. Rutot a dit qu'il peut s'y produire *tous les mélanges (avec les eaux de surface) depuis les plus anodins jusqu'aux plus dangereux*. Dans ces conditions, quelle sécurité s'attache à l'emploi de ce complément d'eaux que personne n'a vues, dont on ignore les points d'émergence, dont personne n'a fait l'analyse, dont enfin on n'a constaté l'existence que par des différences entre les jaugeages d'amont et les jaugeages d'aval?

Pour mieux faire ressortir l'importance qui s'attache à pareille observation au point de vue pratique, j'ajouterai que le procédé *par différence* appliqué au jaugeage de sources issues de terrains fissurés, comme sont les calcaires devoniens et carbonifères, est du reste susceptible d'erreurs par suite des rentrées d'amont vers l'aval qu'il peut provoquer lorsqu'on établit des retenues par déversoirs. Pour être exact il faudrait que les jauges d'amont et d'aval fussent établies sur les seuils de psammites dans lesquels sont enchâssés les calcaires. Mais c'est là un point spécial dont la discussion serait peu intéressante et nous éloignerait, sans grand profit, de l'objet principal.

H. — Captage des sources des terrains calcaires.

Je viens d'attirer la très sérieuse attention de la Société sur ce fait, qu'au point de vue de la qualité des eaux on ne peut estimer avoir tous ses apaisements, s'il s'agit de sources issues de calcaires, lorsque l'on ne peut analyser qu'une fraction des eaux dont la dérivation est proposée, *attendu que les accidents dont les sources visibles sont souvent le siège peuvent frapper les sources invisibles formant un appoint considérable*; c'est là une observation de logique élémentaire.

jour, se trouve en relation avec des bétoures pouvant absorber à certaines époques, par exemple dix litres par seconde, pour fixer un chiffre.

S'il existe seulement 3 de ces bétoures dans la région des sources, leur ensemble pourra fournir au bassin un appoint d'eau détestable de plus de 2500 mètres cubes par 24 heures, soit $1/12$ environ du débit total du bassin sourcier, ce qui place la question sous le véritable jour qu'elle doit occuper. Quelles que soient les voies par lesquelles ces eaux de surface se seront mélangées à l'ensemble, elles en auront compromis la valeur.

La comparaison faite des surfaces des bassins hydrographiques et des surfaces des bétoures est donc un argument de faible valeur, que je ne m'attarderai pas à réfuter plus longuement.

(Note ajoutée pendant l'impression.)

Si nous pouvons constater que certaines sources visibles sont douteuses, nous n'avons pas de raison de croire qu'il n'en est pas ainsi des sources invisibles. Sur quoi nous fonderions-nous pour les déclarer de bonne qualité ?

Ces considérations m'engagent à dire quelques mots du système à suivre pour le captage des eaux issues des calcaires.

Lorsque l'on a affaire à des sources émergeant de terrains perméables, le doute n'est pas possible : il convient de les saisir à une aussi grande profondeur que faire se pourra, ce qu'indiquera d'une part le soubassement des terrains perméables qui leur donnent naissance et la cote d'arrivée en ville, que l'on s'est assignée. Si le terrain le permet — et bien rares seront ceux dont on ne puisse avoir raison après études, et avec un matériel convenable — on complètera la prise par des galeries munies de serrements, qui permettront, aux époques de sécheresse, de prélever sur les réserves accumulées en sous-sol, l'appoint nécessaire pour maintenir les débits constants. Mais, lorsqu'on s'adresse aux sources émergeant des terrains non perméables, mais fracturés en grande proportion, comme le sont les calcaires, pareils dispositifs ne sont plus applicables.

Divers motifs s'y opposent.

On sait que l'établissement d'une galerie drainante dans un terrain filtrant, saturé d'eau, donne lieu à la formation d'une véritable vallée dont les versants liquides se rabattent de plus en plus vers l'horizontale, jusqu'au moment où l'équilibre se trouve établi entre les venues et les prélèvements d'eau.

Si une telle galerie est commandée par un serrement, c'est-à-dire par une écluse en sous-sol qui permet de réduire les débits qu'elle est capable d'assurer en temps normal, on comprend que l'emmagasinement des différences entre les produits possibles et les débits effectifs permettra, à la longue, de reconstituer les réserves et que l'on pourra en un mot ne prélever que l'intérêt sans toucher au capital.

Mais, ce qui est vrai pour les galeries creusées en terrains perméables, cesse de l'être pour les terrains fissurés, car si d'une part les premiers permettent des emmagasinevements assurés, parce que leurs pores, en se comportant comme des tuyaux capillaires, s'opposent à l'épanchement des réserves, les seconds favorisent au contraire ces épanchements au dehors par leurs larges crevasses que des galeries de quelque étendue rencontreront infailliblement sur leur parcours.

Et il s'ensuit une autre conséquence, c'est que si l'on tentait, au moment des sécheresses, de prélever sur les réserves en sous-sol, comme on peut le faire lorsque les galeries sont établies en terrain per-

méable, de quoi parfaire aux manquants, les crevasses du sous-sol, qui sont la règle dans les calcaires devoniens et carbonifères, jouant un rôle opposé à celui d'évacuateurs qu'elles avaient pendant la prétendue période d'accumulation, se transformeraient en autant de bétoires qui introduiraient dans les galeries drainantes des eaux de surface au moment des pluies, ou des eaux de rivière pendant les crues, si le point d'émergence des sources ne se trouve pas suffisamment élevé au-dessus de celui des crues de la rivière qu'elles alimentent.

Ce dernier cas se présente fort souvent pour les sources du Hoyoux et du Bocq.

I. — Rôle éventuel des serremments dans les terrains calcaires aquifères.

En admettant donc que l'on croie devoir en établir, les serremments dans les calcaires devoniens et carbonifères auraient à jouer un rôle bien différent de celui qu'on leur attribue généralement (1)

J'ai exposé précédemment qu'il a été reconnu que le débit des sources se faisant jour le long des rives du Hoyoux entre l'entrée du Parc de M. Braconier et le hameau de Petit-Modave, le long du Bocq et l'aval de Spontin (déversoir Robyns) et Sovet, est considérablement inférieur à la différence des débits observés par chacune des deux rivières entre les deux points considérés.

On a cru pouvoir en déduire qu'il était possible de prendre possession des volumes ainsi enregistrés par différence, par l'établissement de galeries drainantes et par captage direct des sources.

A supposer qu'une telle opération puisse donner un résultat pratique, elle ne pourrait être conseillée qu'à la condition d'établir les galeries sous le niveau des rivières et de façon à les maintenir constamment sous charge, en vue d'éviter le mélange des eaux de rivière et des eaux de drainage.

C'est dans cette hypothèse qu'a été étudié, par les services de la ville de Bruxelles, le projet de dérivation des eaux du Hoyoux.

Mais il faut l'avouer, pareille solution ne satisfait pas l'esprit.

En effet : si sur le cours de l'Amblève, par exemple, entre la station de Rivage et Remouchamps, on procédait à un jaugeage par différence; et si sur cette étendue, qui comporte un massif de calcaire

(1) Voir à ce sujet le rapport fait au nom du Collège par M. l'échevin Janssen, sur l'extension de la distribution des eaux de la ville de Bruxelles. — Bruxelles 1893.

carbonifère assez important, on venait à noter un excédent de débit de n litres par seconde, par exemple, on n'estimerait certainement pas, en l'absence de sources visibles, que des travaux de captage, à supposer même qu'ils fussent bien conduits, seraient capables d'assurer le débit calculé de n litres par seconde en eaux de sources. Et il n'est peut-être pas un ingénieur hydrologue qui oserait assumer la responsabilité de semblables travaux, alors que, au contraire, s'il s'agissait de terrains perméables et qu'une même différence de débit fût constatée, il aurait la plus complète assurance dans le résultat de ses travaux ; et cela, tout simplement encore une fois parce que le mécanisme de circulation des eaux souterraines y est absolument différent.

Je ne puis admettre pour ma part que l'existence d'un certain nombre de sources visibles puisse modifier cette opinion de la non réussite de travaux dans une vallée où des sources ne se montrent pas. Et, bien au contraire, l'existence de sources, généralement puissantes émergeant des terrains calcaires, me paraît être une confirmation nouvelle de l'inégale répartition des eaux dans ces terrains, inégale répartition qui me porte à estimer que l'on irait au devant d'un échec si l'on prétendait établir dans de semblables terrains des galeries drainantes.

En réalité, ce sont les terrains calcaires et carbonifères desquels *on voit* jaillir le moins de sources qui seraient appelés à donner les meilleurs résultats si la théorie des partisans de galeries drainantes était fondée, et cependant ce sont ceux-ci précisément qui donnent le plus d'appréhensions quant aux résultats à atteindre.

L'étude très intéressante, faite par notre savant collègue, M. Van den Broeck, du projet de drainage des calcaires du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse me dispense d'un plus long commentaire (1).

A l'opposé des procédés qui doivent être la règle générale pour la prise de possession des sources émergeant des terrains perméables, le captage des sources issues des calcaires devoniens et carbonifères doit se faire à l'émergence. Encore une fois je ne m'occupe pas des exceptions à cette règle, les théories ne sont pas faites pour les exceptions.

Et lorsque je dis « *captage à l'émergence* » je n'entends pas parler, en toutes circonstances, du fait brutal de surmonter une source d'un pavillon de prise la mettant à l'abri des causes de contamination superficielles, la soustrayant aux influences des chaleurs de l'été, aux gelées de l'hiver, formant en un mot tête de l'aqueduc de dérivation

(1) Etude géologique et hydrologique du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse, par E. Van den Broeck, Bruxelles, 1889. (Voir *Bull. Soc. belge de Géol.* etc. t. III, 1889. Pr.-Verb. pp. 77-106 et pl. V, 2^e partie, pp. 255-272.)

J'entends dire qu'il faut mettre la source à nu, débarrasser ses environs des éboulis, des alluvions, des sables, des graviers et des limons qui enveloppent parfois son débouché et tenter de retrouver par des travaux d'appropriation, parfois assez importants, le couloir souterrain d'où elle afflue, de façon à saisir en une fois la source principale et les sourdons que l'on rencontre fort souvent autour d'elle à son émergence.

J'entends enfin formuler, par ces mots « captage à l'émergence », la distinction capitale qui doit être établie *dans la généralité des cas*, entre les principes de prise de possession des eaux issues de terrains perméables ou incohérents et des eaux issues de terrains largement fracturés et imperméables par eux-mêmes.

La distinction si nette qui s'établit forcément dans l'esprit entre les modes de circulation et d'apparition des sources des terrains perméables et celles des terrains fissurés où se font de vrais afflux en des points d'élection, serait déjà, en l'absence d'autres arguments, de nature à démontrer que le système qui convient aux premières, ne doit pas, en bonne logique, être applicable aux secondes.

J. — Captage sans serrements, des sources issues des terrains calcaires.

Il est du reste encore d'autres motifs pour lesquels il convient de capter, telles qu'elles se présentent, les sources des calcaires, sans tenter d'abaisser leur point d'émergence, *lorsqu'elles apparaissent à un niveau fort peu supérieur à celui des rivières où elles se déversent*, comme c'est le cas pour un bon nombre de sources des vallées de l'Ourthe, du Hoyoux et du Bocq.

Tout d'abord, ce que l'on sait des fractures du calcaire devonien et carbonifère me paraît suffisant pour démontrer que l'établissement de serrements de prise ne pourrait donner de bons résultats; de telle sorte que le seul objectif que l'on pourrait avoir en vue en saisissant la source à plus grande profondeur serait de ramener dans le canal de prise les filons d'eau qui s'échappent latéralement à la source principale, et parfois à une distance assez grande.

Je laisse de côté les aléas d'une telle opération, qui a toute chance de ne pas réussir, auquel cas on aura, sans profit aucun, exécuté un travail plus coûteux que la prise de possession pure et simple que je crois devoir conseiller.

A supposer que cette opération réussisse, ne doit-on pas craindre que les issues qui étaient offertes primitivement à l'eau pour l'épan-

chement des filons latéraux ainsi recueillis ne deviennent autant de rentrées créées pour l'eau de rivière, lorsque celle-ci sera en crue ?

On pourra donc avoir compromis la pureté originelle de la source.

Il est presque inutile de dire que la situation ne serait pas la même pour des sources émergeant fort au-dessus du plan des plus fortes crues des rivières dans lesquelles elles se jettent ; encore une fois j'entends parler de la grande majorité des sources sortant des calcaires du Condroz. Et, cette observation que je fais, qu'il y aurait imprudence à abaisser leur point d'émergence, pour les capter, lorsqu'elles se présentent presque au niveau de la rivière, s'applique, *à fortiori*, aux sources que l'on rencontre au pied de certaines vallées sèches ; je ne pense pas avoir à me répéter à cet sujet.

K. — Exemples divers de captage à l'émergence. — Périmètre de protection.

Je vais tenter par quelques exemples de montrer comment, à mon avis, les travaux doivent être compris dans le cas qui nous occupe, c'est-à-dire dans l'hypothèse de calcaires devoniens et carbonifères.

Premier exemple : La jolie source de Chanxhe émerge au pied d'un rocher à pic, sur la rive droite de l'Ourthe entre Esneux et l'embouchure de l'Amblève. Les venues se présentent par le fond d'une sorte de bassin naturel, assez profond, creusé dans le roc, et sans que l'on s'aperçoive de l'afflux souterrain autrement que par un épanchement constant dans le canal d'alimentation de la roue hydraulique actionnant l'importante scierie de pierres de Chanxhe.

Cette source débitait, d'après M. l'ingénieur E. Beaulieu, 63 litres par seconde en octobre 1892 (1).

En dehors de ce fait qu'elle est commandée *latéralement* par la vallée sèche qui conduit à Sprimont et que, par ce motif, les analyses chimiques et bactérioscopiques devraient être faites d'une façon incessante, la source de Chanxhe se présente dans des conditions très belles pour un captage direct à l'émergence.

A l'exception d'un mince filet qui s'échappe de la cuve d'émergence, toutes les eaux qui en proviennent sont actuellement dirigées vers le bief du moulin de la scierie et l'on ne trouve pas dans les environs de *source secondaire* dont on pourrait espérer ajouter le débit à la source principale par l'abaissement de son plan d'eau.

(1) *Avant-projet de distribution d'eau destinée à alimenter un certain nombre de communes des environs de Liège et éventuellement la ville de Liège.* Mémoires de M. l'ingénieur BEAULIEU du 30 janvier et de juin 1893.

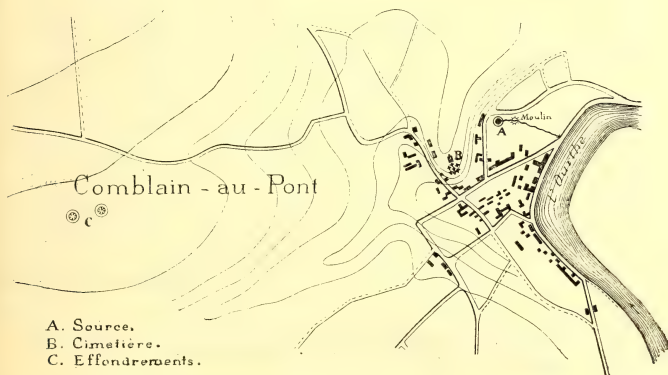
Ici donc le captage direct à l'émergence semble s'imposer ; la seule expérience qui pourrait être faite serait un abaissement temporaire du plan d'émergence par la création fort aisée d'un canal aboutissant directement à l'Ourthe en vue de s'assurer si une augmentation de débit, peu probable du reste, s'ensuivrait par suite de la réunion, à la source principale, de filons se rendant à l'Ourthe par voie souterraine inconnue.

Et encore est-il que cet abaissement serait peut-être une imprudence que l'on regretterait. La source de Chanxhe, de même que la source d'Embirire, que lui fait face sur la rive gauche de l'Ourthe, sont, au fait, des exemples typiques de sources à capter directement à l'émergence (1).

Deuxième exemple : A deux kilomètres en amont des sources de Chanxhe et d'Embirire, on trouve à Comblain-au-Pont, sur la rive gauche de l'Ourthe, une source très puissante qui se présente, à la sorte des roches calcaires redressées, avec un volume suffisant pour actionner un moulin à farine assez important.

Cette source débitait, d'après M. l'ingénieur E. Beaulieu, en octobre 1892, 129 litres par seconde, soit un peu plus de 11.000 mètres cubes par jour.

Le croquis n° 1 donne le plan de la situation de cette source pour laquelle le captage à l'émergence se trouve encore tout indiqué, sous les réserves suivantes :



(1) La source d'Embirire débite 24 litres à la seconde.

En disant captage direct à l'émergence, je fais abstraction de la route sous laquelle elle passe en aqueduc à sa sortie de la roche.

Le plan montre qu'au-dessus de la source en question A, est littéralement suspendu *le cimetière* B, de Comblain-au-Pont. Je pense donc que, malgré les résultats donnés par l'analyse chimique et microbiologique des eaux, il y aurait imprudence à capter la source dès sa sortie et qu'il conviendrait de la saisir au delà du contrefort au pied duquel elle arrive au jour, à l'aide d'un aqueduc étanche qui suivrait la galerie naturelle creusée dans le roc par les eaux, galerie que des fouilles bien conduites mettraient sans doute aisément à jour.

Du reste, dans cet ordre d'idées, je signale que l'on rencontre sur le plateau qui s'étend au delà, des effondrements C, bien accentués, qui me paraissent être les témoins du cours souterrain de la source.

Pour l'étude de ce point spécial, l'intervention des géologues se trouverait tout indiquée.

L'exemple qui précède m'engage à signaler l'importance du *périmètre de protection* à réserver aux sources (1).

Il tombe sous le sens que pour les sources issues de terrains fissurés comme les calcaires devonien et carbonifère, cette zone de protection doit être bien plus étendue et étudiée de bien plus près que pour les sources issues de terrains perméables ; pour celles-ci une épaisseur de quelques mètres constitue en général une garantie suffisante contre les pollutions superficielles ; pour celles-là, au contraire, une crevasse en communication avec le canal souterrain d'amenée peut provoquer les plus graves accidents à des distances énormes (2).

(1) Entre Ciney et Dinant, dit M. Dupont, à Jauvelant, existent de grands amas d'argile au contact des calcaires et des psammites. Un étang naturel qui se trouve en cet endroit, n'est dû qu'à la présence sous-jacente du filon d'argile. Il y a quelques années on se mit à exploiter le minerai de fer subordonné à ce filon et à le laver dans l'étang. Peu de temps après, une fontaine, d'un débit assez abondant, qui alimente un quartier de Dinant, et dont la limpidité n'avait jusqu'alors laissé rien à désirer, commença à donner de l'eau trouble, *quoiqu'elle fût éloignée de sept kilomètres de Jauvelant*. (V. explication de la feuille de *Dinant*, Bruxelles 1885.)

(2) A l'inverse de ce qui est aujourd'hui, je suppose un instant que l'on ait utilisé, en vue de l'alimentation d'une agglomération quelconque, la source émergeant des calcaires à Comblain-au-Pont, ou encore les sources du Gros Bouillon et de la Maison, à Petit-Modave ou enfin les sources du Moulin, à Spontin. Je suppose qu'au moment où le captage en aurait été entrepris on n'ait pas trouvé, surplombant le canal souterrain de la source, ici un cimetière et de nombreuses maisons, là des habitations avec leurs fosses à fumier, leurs étables et leurs trous à porc ; les ingénieurs dirigeant le service établi, toléreraient-ils qu'on leur impose ultérieurement semblable voisinage ?

Évidemment non.

Et cela sans doute parce qu'ils admettraient difficilement que des sources ainsi commandées vers leur débouché puissent échapper toujours aux causes de contamination

Et si l'on se rappelle que, dans nos campagnes, les fosses à fumier, à purin, les puits perdus sont de règle, on peut se rendre compte du travail minutieux de recherches à faire pour arriver à une sécurité réelle. L'on ne doit pas perdre de vue que les travaux de dérivation des eaux de source sont faits, non pas pour un avenir de quelques années, mais pour de longues périodes au bout desquelles les villages auront pu se transformer; ainsi, pour ne citer qu'un exemple, il suffirait de jeter un coup d'œil sur les plans de la dérivation des eaux du Hain en 1854 et en 1894 pour voir combien la situation s'est peu à peu transformée et est devenue difficile après quarante années d'exploitation.

Au-dessus des canaux naturels conduisant les eaux des sources des calcaires peuvent s'établir des maisons, des étables, une simple crevasse peut donner lieu à des accidents d'autant plus redoutables que l'on se trouvera dans l'impossibilité d'y porter remède.

Il suffit d'ouvrir le beau travail de Daubrée : *Les eaux souterraines*, ainsi que l'*Igiene delle Abitazioni* de Spataro, pour établir une conviction absolue sur l'opportunité des observations qui précèdent.

On objectera sans doute que si l'examen chimique et bactérioscopique des eaux a donné d'excellents résultats, rien n'est à craindre.

A cela j'oppose ce que j'ai dit précédemment, c'est que les sources issues des calcaires devoniens et carbonifères réclament des analyses sans cesse répétées et que, du jour au lendemain, l'établissement d'une ferme, avec puits perdu, d'une carrière, d'une extraction minière quelconque, en mettant à découvert une galerie en communication avec les conduits d'une source peut, à des distances énormes, en provoquer la contamination irrémédiable, fait qui ne se présentera que fort exceptionnellement pour les sources issues des terrains meubles ou incohérents.

J'ajoute cependant que Spataro déclare (1) : « Ce qui est certain » c'est que, composition chimique à part, les sources des montagnes, » dues à la perméabilité en grand de la roche, sont des plus pures.

» *C'est un fait*, dit-il, *que nous devons attribuer à leur topographie*
 » *et au défaut de toutes eaux de contamination, conséquence des*
 » *agglomérations humaines dans leur bassin d'alimentation et à*
 » *l'absence des cultures intensives.*

dont elles seraient entourées? S'il en est ainsi, je me dis, non sans raison, que les craintes dont on se sentirait envahi *a posteriori* doivent nous atteindre *a priori*, quels que soient les résultats actuels donnés par les analyses.

(1) Spataro : *Igiene della Abitazioni*. Parte II. *L'Igiene della acque Milano*, 1891, p. 512.

» Quoiqu'on ne puisse préciser l'altitude à laquelle on ne fait plus
» les fumures des terres, puisqu'on a des exemples qu'elle est pratiquée
» à 1800 mètres au-dessus du niveau de la mer, le fait qu'elle peut être
» circonscrite, et que par suite il y a une limite à l'usage du fumier
» animal, *nous offre le moyen d'éviter le danger.* »

Ce moyen est, on le voit, de ne prendre possession dans les terrains crevassés que des sources dont le bassin d'alimentation n'est pas couvert de cultures.

La question suivante vient immédiatement aux lèvres :

Où peut-on espérer trouver en Belgique un bassin calcaire considérable réunissant ces conditions ?

Il n'est pas inutile d'ajouter que l'ingénieur Spataro, auquel je viens de faire cet emprunt, est partisan, pour l'alimentation des villes, des eaux de source ; son opinion en ce qui touche aux sources des calcaires fissurés est, par ce fait même, d'un poids plus considérable, en faveur de ma manière de voir.

Troisième exemple. Je prendrai, maintenant, un troisième exemple dans la vallée du Hoyoux.

Sur le croquis n° 2 (voir p. 36) le groupe, assez important, des sources dites de la Maison, de la Prairie.

Il semble très probable, après étude attentive des lieux, que toutes les eaux débitées par les sources ont une origine commune dans le massif calcaire figuré en A.

C'est pourquoi il ne convient pas de les capter séparément et *il y aurait lieu au contraire de tenter de trouver leur exutoire général* en débayant la pointe du contrefort Pailhe-Hoyoux du détritique qui obstrue son débouché.

Point n'est besoin de faire ressortir longuement combien en ces circonstances l'avis d'un géologue serait nécessaire pour dire où est le point d'*élection* probable de ce cours souterrain, que des résistances extérieures ont obligé de s'épanouir comme il l'a fait.

L'opération que je crois pouvoir conseiller si l'on avait à s'emparer des sources en question aurait le double avantage, si elle venait à réussir, et tout me porte à le croire, de réduire les frais du captage à un minimum et de supprimer toute relation entre les sources et les eaux de la rivière, relation qui existe à l'heure présente, ainsi que j'ai pu l'observer, en certaines circonstances.

On sait, et les membres de la Société qui ont fait partie de l'excursion géologique de septembre dernier ont pu s'en rendre compte par eux-mêmes, que le calcaire carbonifère, fortement crevassé en surface, l'est très peu en profondeur.

La circulation des eaux se fait donc, *vers la surface*, par crevasses qui se soudent à de petits canaux, lesquels se réunissent, après un parcours parfois fort étendu, à d'autres qui deviennent branches principales, se réunissant à leur tour en un tronc unique, constituant le cours de la source proprement dite, dans les entrailles de la terre.

En d'autres termes, il se produit dans les sols calcaires un système d'écoulement, en tout semblable à celui que l'on observe à la surface du sol où l'on voit les égouttements former les ruisseaux, les ruisseaux les rivières, les rivières se perdre dans les fleuves, avec cette seule différence que les résistances rencontrées par l'eau dans son parcours souterrain sont bien autrement considérables.

Si nous suivons le tronc auquel se sont soudées toutes ces ramifications dont je vous entretenais tantôt, on voit qu'avant d'atteindre la vallée qui va servir d'exutoire général, il rencontrera de nouveau ce même terrain fortement fissuré qui avait facilité l'entrée de l'eau de pluie, origine de la source; il se fait donc que celle-ci trouve pour s'échapper du sol un certain nombre de passages entre lesquels elle n'a qu'à choisir, après avoir été obligée de se creuser dans les parties les plus solubles des profondeurs, un passage souterrain unique, si toutefois elle n'a pas rencontré de faille ou de dislocation profonde qui lui ait tracé tout naturellement sa voie.

Tels sont les motifs qui m'engagent à croire que si l'on suivait l'une des sources du groupe que j'analysais tantôt, on trouverait à une distance probablement égale à la profondeur à laquelle se soudent les bancs, l'exutoire général des diverses sources à capter.

Les exemples qui viennent d'être donnés sont suffisants pour faire saisir ma pensée lorsque je dis *captage à l'émergence* pour les sources issues des calcaires carbonifères, en opposition avec le *captage profond* qui doit être la règle lorsqu'il s'agit de sources sortant de terrains meubles et incohérents.

L. — Dangers des galeries drainantes dans les terrains calcaires.

Si, contrairement à l'opinion que je viens d'émettre, qu'il convient de procéder à la prise de possession des sources des terrains calcaires de l'Ourthe, du Bocq et du Hoyoux, par un captage à l'émergence, l'on élève au contraire la prétention de s'en emparer par galeries, dans le but de recouper tous les griffons qui çà et là arrivent à ces rivières par des chemins inconnus, il n'est pas douteux que ces galeries recevront, à certains moments, des eaux de ruissellement, le produit

d'aiguigeois et même, si les galeries sont au bord des rivières, en cas de crue, ses eaux pourront y pénétrer.

J'ai exposé par des exemples précis que les aiguigeois sont en communication avec bon nombre de sources ; vouloir établir une galerie mesurant plusieurs kilomètres de longueur, à travers bancs, n'est-ce pas courir de gaieté de cœur au devant du danger, *et comment prétendre sérieusement qu'une telle galerie recoupera tous les filons d'eaux pures, en évitant toutes les fractures en communication avec des aiguigeois?*

Lorsque nous voyons, par l'ouverture de tranchées, pour l'établissement de routes, pour le creusement de tunnels, pour l'établissement de chemins de fer, mettre à découvert des débouchés de grottes, d'aiguigeois, de canaux souterrains, dont certains donnent des eaux boueuses au moment des grandes pluies, comment pouvons-nous espérer que *ce qui est la règle dans les travaux courants deviendra exceptionnel dans les travaux de distribution d'eau?*

La logique la plus élémentaire nous dit clairement qu'il ne peut en être ainsi...

Les eaux que l'on pourra rencontrer en cours de travail seront, les unes bonnes, les autres douteuses ou mauvaises ; procédera-t-on à l'analyse en toute saison de chaque griffon recueilli?

Les plus ardents partisans des eaux de sources issues des calcaires, après l'avoir formellement nié, confessent aujourd'hui que certaines d'entre elles sont mauvaises et doivent être rejetées ; je ne désespère pas de les voir admettre, par une étude plus attentive, que ce qui est vrai pour les sources visibles doit être vrai pour les sources invisibles. Or, si la contamination des sources visibles ne devient flagrante qu'en certaines circonstances assez rares et qu'il faut littéralement « saisir au vol », il en est de même pour les sources invisibles.

De telle sorte que si, par des travaux souterrains on les a captées avec d'autres, peut-être excellentes, auxquelles les voici dès à présent mélangées, comment fera-t-on, le jour où les circonstances le démontreront mauvaises, pour les distinguer dans la masse charriée par les drains, et pour s'affranchir de leur appoint compromettant ?

Détournera-t-on les aiguigeois ?

Analysera-t-on, comme je le disais tantôt, à mesure de l'avancement, chaque griffon recueilli ?

Ce sont là des impossibilités au point de vue pratique...

Si, malgré ces considérations, de nature à mettre en lumière le peu de sécurité offerte par les eaux annoncées par le système aléatoire du jaugeage par différence, on se croit autorisé à espérer de bons résultats de l'établissement de galeries drainantes, il y aura lieu de les remplacer

(pour réduire le danger à un minimum) par des aqueducs étanches, sur de grandes longueurs, chaque fois que l'on traversera les zones de contact entre les calcaires et les roches d'emboîtement.

Ces points sont à éviter tout spécialement, car la roche calcaire y est fendillée jusqu'à une assez grande profondeur ; là, on trouve les érosions les mieux caractérisées, les lieux de bétoires, les amas de sables, d'argiles, **de minerais** — ces derniers résidus indirects de la dissolution des calcaires — qui peuvent rendre les eaux mauvaises, et parfois dangereuses.

— Je crois assez inutile de discuter l'établissement degaleries drainantes en plein dans les massifs calcaires.

On pourrait y trouver de l'eau en divers points, mais aucune donnée positive ne pourrait guider semblables recherches.

Je ne m'arrête donc à ce système que pour signaler que nombre de sources pourraient fort bien ne pas se trouver influencées par les travaux en sous-sol, alors que le contraire pourrait avoir lieu pour certaines d'entre elles ; en somme, obscurité complète sur les résultats d'une telle entreprise, qui nécessiterait de grandes dépenses sans donner les assurances d'un bon résultat.

M. — Exemple du danger des galeries à flanc de coteau.

Quant aux galeries à flanc de coteau, établies dans **la nappe aquifère** (?) et dont le radier se trouve au **niveau du plan d'eau de la rivière**, le régime torrentiel, en certaines circonstances, de l'Ourthe, du Bocq et du Hoyoux, s'oppose, même en dehors des dangers signalés précédemment, à pareille solution.

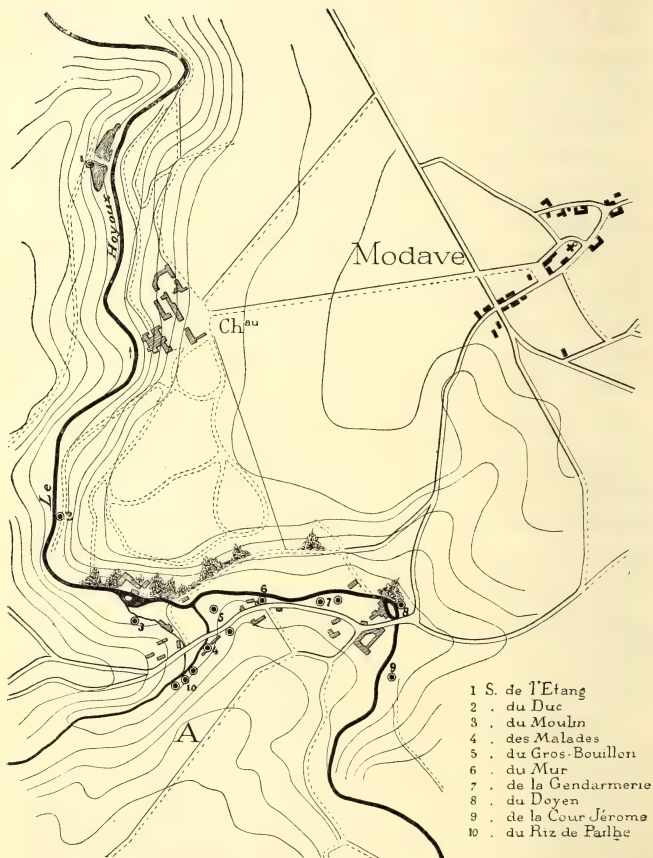
Je vais en donner un exemple absolument probant, en exposant dans quelles déplorables conditions se fussent trouvés les travaux de prise d'eau préconisés par M. Van Hoegaerden dans son projet des sources de Modave, pour l'alimentation de l'agglomération bruxelloise, s'ils avaient été mis à exécution.

Le projet présenté par M. Van Hoegaerden consiste essentiellement, en ce qui touche aux prises, dans les données suivantes, dont il est facile de se rendre compte à l'aide du croquis ci-dessous :

1° A saisir directement à *l'émergence* les sources dites : de l'Étang, du Duc, du Moulin, de la Maison, du Gros Bouillon, de la Gendarmerie et du Doyen, et à les amener, par une conduite étanche, jusqu'au réservoir régulateur formant la tête de l'aqueduc général de dérivation.

2° A recueillir au moyen de tranchées-aqueducs voûtées (tantôt perméables, tantôt imperméables, suivant les terrains traversés), établies

à une certaine distance du fond de la vallée et contre ses flancs, les eaux de la nappe souterraine qui affluent en filets nombreux à la rivière.



Le radier des galeries captantes est prévu au niveau du plan d'eau de la rivière, et il est établi entre cette dernière et la galerie captante

un mur imperméable descendant au niveau de la rivière : ce mur représenterait la paroi de la galerie vers le Hoyoux.

Tel est, largement esquissé, le projet en ce qui touche à la prise d'eau.

En proposant la prise des sources à l'émergence et l'établissement de galeries captantes dont le radier serait mis au niveau du *plan d'eau de la rivière*, M. Van Hoegaerden avait en vue, ainsi qu'il le déclare du reste dans ses diverses brochures, *de supprimer tout rapport* entre l'eau des sources et les eaux superficielles, qu'elles puissent provenir d'infiltrations supérieures ou de la rivière.

Par *plan d'eau de la rivière*, en un point déterminé, M. Van Hoegaerden entendait le niveau maximum observé en ce point, **il le fixait dans sa note insérée au procès-verbal de la séance de la Commission gouvernementale du 5 août 1889 à 8 centimètres au-dessus du niveau moyen** (1).

La Commission gouvernementale chargée de l'examen du projet, n'ayant pu se rendre compte des fluctuations éprouvées par le niveau du Hoyoux pendant un temps assez long, admit comme un maximum une variation de niveau de 8 centimètres, variation que des observations ultérieures faites par les services de la ville de Bruxelles devaient porter en certains points à un chiffre *vingt-trois fois plus élevé*, démontrant *en l'absence même d'autres raisons* l'inanité des précautions proposées en vue d'éviter le mélange des eaux de la rivière avec les eaux fournies et par les sources et par les galeries drainantes.

L'année 1889 au cours de laquelle la Commission gouvernementale étudia le projet de dérivation des sources du Hoyoux ne fut signalée par aucun phénomène météorologique qui infirmât les données fournies par M. Van Hoegaerden. La Commission ne pouvait donc se baser que sur cette donnée, et il n'est pas douteux que si elle avait connu la situation exacte, son avis eût pu être tout autre quant aux résultats à attendre des travaux projetés (2).

(1) « Depuis 8 ans, » dit-il, « nous n'avons pas constaté une hausse supérieure à 8 centimètres au-dessus du niveau moyen ; ces crues n'auront donc aucune influence sur l'eau des galeries captantes qui seront toujours à un niveau supérieur à celui de la rivière. » — Note insérée au procès-verbal de la séance du 5 août 1889.

(2) Dans une note récemment parue, M. Van Hoegarden s'étonne de ce que le poste, relatif aux travaux de captation des eaux, soit porté à un million et demi dans mon étude de la dérivation des eaux de Modave, alors que le devis de la Compagnie intercommunale ne porte de ce chef que 460.000 francs.

M. Van Hoegarden avait d'abord prévu 250.000 francs.

M. Van Hoegarden ajoute « que lui ni les ingénieurs de la Compagnie Intercommunale n'ont voulu innover ; ils se sont inspirés des travaux entrepris par

Par contre, les services de la Ville de Bruxelles furent admirablement servis dans leurs études par les particularités que présentèrent l'été très sec de 1892 succédant à l'hiver très sec également de 1891-92, d'où réduction du débit des sources, et le début de l'année 1893 qui vit se produire pour tous les cours d'eau de la Belgique des crues fort importantes.

On va voir les sérieux mécomptes qui attendaient l'agglomération bruxelloise si, s'en tenant aux affirmations de l'auteur du projet, acceptant les chiffres de débits annoncés, estimant exact le fait de variations insensibles du plan d'eau du Hoyoux et jugeant convenables, par cela même, les moyens de s'emparer des eaux que conseillait M. Van Hoegaerden, la Ville de Bruxelles avait mis à exécution un projet que l'on pouvait croire, tant il a été prôné, exécutable du jour au lendemain.

Pour bien saisir la portée de ce qui va suivre, il est nécessaire de se rappeler tout d'abord les circonstances dans lesquelles se présentèrent les crues qui marquèrent la fin de janvier 1893.

La crue du 21 janvier 1893, la plus importante de celles qui se succédèrent pendant plusieurs jours, fut précédée de gelées intenses qui sévirent sans interruption pendant plus d'un mois; de plus, contrairement à ce qui se présente généralement, la neige ne fit son apparition qu'après que le sol eut été gelé déjà sur une assez grande profondeur.

» Belgrand et ses savants collaborateurs (captage des sources de la Vanne, Coche-pice, Vigne et Verneuil. »

Les méthodes à suivre pour prendre possession des sources doivent varier, je l'ai déjà dit, suivant les terrains d'où elles émergent. C'est une erreur de croire que si les moyens mis en œuvre par les Ingénieurs de la ville de Paris pour le captage des sources de la Vanne ou de la Vigne ont donné de bons résultats, il s'ensuit qu'ils seraient de bonne application pour s'emparer des sources des calcaires du Condroz...

Mettre à profit l'expérience de nos devanciers est parfait, cependant, sans que cela diminue en rien l'admiration que j'éprouve pour les travaux de Belgrand, je dois déclarer que, ne pas vouloir innover et s'inspirer des travaux de ce savant ingénieur pour projeter le captage des sources du Condroz, est une erreur.

La science et l'expérience de l'ingénieur seraient tenues en médiocre estime, on en conviendra, si elles ne devraient avoir comme conséquence que l'esprit d'imitation.

Je n'ai pas à me plier à l'argumentation de M. Van Hoegaerden, argumentation qui, s'il veut bien y réfléchir, tend à jeter le doute sur la portée de mes évaluations.

Je maintiens le chiffre de mon devis; la différence du coût des travaux s'explique aisément par ce fait d'un **changement radical du système de galeries — changement imposé par des fluctuations observées de 1^m 20 à 1^m 87 du plan d'eau de la rivière, alors que le système admis jusqu'ici reposait erronément sur l'hypothèse d'une fluctuation insensible de 8 centimètres!**

Et encore est-il que je fais toutes mes réserves sur la qualité des eaux recueillies par galeries.

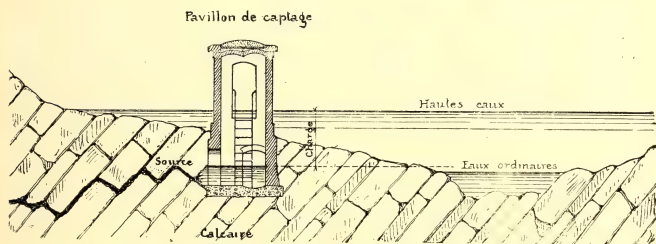
Ces circonstances expliquent que, sous l'influence d'un brusque relèvement de température et de pluies sans importance, l'ensemble des eaux de pluie et de fonte de neige se précipitant immédiatement vers les bas-fonds, s'échappa par ruissellement, la part réservée aux infiltrations étant pour ainsi dire nulle à cause de l'imperméabilité, provoquée par les gelées antérieures, de la couche de limon et de sable qui recouvre les dépôts rocheux du Hoyoux.

Dans la prévision d'une crue dont il était intéressant de savoir la portée, et que des reconnaissances faites vers cette époque, dans le bassin du Hoyoux, démontraient inévitable, si le dégel se faisait brusquement, le personnel avait reçu les instructions nécessaires en vue de repérer exactement les niveaux atteints par la rivière. Il fut ainsi le témoin d'une inondation considérable dans toute la région des sources et put apprécier la situation qu'elles eussent occupées, ainsi que les drains, les travaux proposés étant mis à exécution.

Les levés topographiques qui furent faits séance tenante ont permis d'apprécier les résultats déplorables auxquels eût conduit l'adoption des dispositifs proposés par M. Van Hoegarden.

C'est ainsi que, pendant la crue du 22 janvier 1893, **les sources du Moulin, de la Maison et du Doyen**, dont on proposait le captage à l'émergence immédiate, se sont trouvées noyées respectivement de 0^m.93, de 0^m.74 et de 1^m.42 !

Quant aux galeries de drainage, il suffit de se reporter au croquis n° 3 ci-dessous, pour se rendre compte des mélanges compromettants qui se seraient infailliblement produits entre les eaux de drainage et les eaux limoneuses de la rivière.



C'était cette crainte d'une contamination des eaux recueillies en sous-sol, par les eaux de surface, qui inspirait à juste titre la Commission gouvernementale lorsqu'elle disait dans son rapport (1) :

« Votre Sous-Commission s'est préoccupée des moyens de soustraire » l'extrême pureté des eaux de source de Modave à la moindre souillure » provenant de quelque contact, même souterrain, avec les eaux extérieures.

» Dans sa séance du 5 août dernier elle a entendu et discuté les » propositions de l'auteur sur ce sujet, elle s'est ralliée au principe du » système mixte indiqué en troisième lieu, dans une note de M. Van » Hoegaerden en date du 25 juillet dernier.

» Les galeries destinées à la captation proprement dite ne seront » autres que des tranchées dans la roche aquifère et protégées par des » voûtes imperméables contre les infiltrations superficielles.

» *Le radier ne descendra pas en dessous du niveau du plan d'eau » de la rivière.* Un mur étanche, se prolongeant sous la côte inférieure » du thalweg, séparera absolument les eaux captées d'avec celles » s'écoulant dans le Hoyoux. Les premières seront recueillies à l'aide » de tuyaux en béton ou en fonte jusqu'à l'origine de la conduite » d'amenée. »

On vient de voir combien tant de précautions eussent été illusoirs.

A supposer les travaux faits, tels qu'ils étaient prévus, la distribution d'eau de Bruxelles, *irréremédiablement compromise*, devenait un objet d'inquiétude constante, **puisque l'inondation du 22 janvier 1893 démontrait la complète inexactitude de l'hypothèse sur laquelle était échafaudé tout le système.**

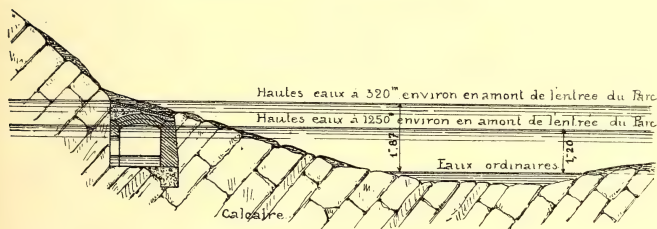
Arriver à isoler des galeries drainantes à flanc de coteau dans des terrains *crevassés*, de façon à éviter le mélange des eaux de rivière en temps de crue avec les eaux recueillies par drainage, est une impossibilité, à moins que l'on ne se résolve à placer les galeries sous le niveau de lit du cours d'eau et qu'on les y maintienne sous charge. C'est ce dispositif que j'ai conseillé, pour le Hoyoux, à supposer que l'on se croie autorisé à considérer comme sans valeur les objections que soulève, d'après moi, l'emploi des galeries drainantes dans les calcaires.

Je n'ai plus à revenir sur ce point, développé précédemment.

(1) Rapport de la Commission chargée d'étudier les divers projets de distribution d'eau, pour fournir aux communes de l'agglomération bruxelloise de l'eau potable en abondance.

Pour les sources, leur captage à l'émergence *directe* constituerait, lorsque ces sources peuvent être noyées à l'époque des grandes crues, une imprudence, et je ne puis trop vivement conseiller de les saisir en dehors du champ d'inondation.

S'il est exact que le mélange des eaux de rivière et des eaux de source à leur débouché ne se fait pas aisément et que l'on peut même parvenir, ainsi que Belgrand l'a montré, à s'emparer d'une source en pleine rivière, il ne faut pas perdre de vue que les eaux superficielles peuvent de leur côté se déverser en temps de crue dans le canal souterrain d'amenée de la source par les crevasses du sol, et la contaminer. (Voir le croquis 4 ci-dessous.)



Il importe donc au plus haut point de saisir les sources émergeant des calcaires en dehors de la zone d'inondation des rivières dans lesquelles elles se jettent.

On objectera peut-être que des crues aussi considérables que celle dont je viens de parler sont extrêmement rares.

Je le concède volontiers, tout en n'admettant pas — et je me fonde pour cela sur mes observations personnelles — le peu d'amplitude des variations du Hoyoux dont il a été fait état pour fonder tout un projet, mais je persiste à croire que l'exception dont il m'a été donné de voir les effets est de nature à faire rejeter le système proposé pour le captage des eaux de Hoyoux.

CONCLUSIONS

Il me reste à prendre des conclusions générales. Les voici :

I. — Les sources issues des bassins calcaires de la haute Belgique, ayant un mécanisme de formation complètement différent de celui des sources des terrains perméables et non cohérents, ne doivent être

acceptées pour l'alimentation qu'après que des explorations géologiques, systématiquement faites, auront démontré que les eaux qu'elles fournissent ne peuvent être, à aucune époque, en rapport avec les eaux de ruissellement.

Il y a lieu de conclure à l'insuffisance, pour baser un projet de dérivation d'eaux issues des calcaires devoniens et carbonifères, d'analyses chimiques et bactériologiques faites à de longs intervalles. Ces analyses ne peuvent donner pour les eaux visibles qu'une fausse sécurité, puisqu'elles n'embrassent pas la succession des événements dont les sources peuvent être le siège, de par la nature même du sol qui les fournit. Point capital, si l'on croit pouvoir établir des galeries drainantes, pour ajouter aux sources visibles le produit des sources invisibles, on doit noter que les analyses laissent dans l'oubli ces dernières eaux que l'on ne peut apprécier et dont les jaugeages par différence ont accusé en diverses circonstances la proportion considérable.

II. — La prise de possession des sources des calcaires devoniens et carbonifères de la haute Belgique doit se faire à l'émergence, le captage à l'émergence étant compris comme il a été dit précédemment.

III. — La zone de protection des sources doit être l'objet d'une étude très attentive.

IV. — On ne peut fonder un projet en tout ou en partie, sur la prise de possession d'eaux issues par voies inconnues, des calcaires devoniens et carbonifères, attendu que les résultats à espérer de l'établissement de galeries drainantes sont, hormis des cas spéciaux, absolument aléatoires, tant au point de vue de la qualité des eaux à recueillir que de la quantité, *alors même que des jaugeages par différence auraient renseigné des afflux importants dans la région considérée.*

Il s'ensuit que *le jaugeage direct des sources est la seule base d'appréciation vraiment acceptable pour l'établissement du prix de revient*, que le jaugeage par différence est un élément secondaire, fort intéressant sans doute, mais qu'il serait imprudent de faire entrer en ligne de compte, si ce n'est dans une proportion réduite.

M. le Président remercie M. Putzeys de sa communication; il estime ce travail comme présentant une grande valeur et fait remarquer que la discussion ne pourrait en être abordée avec fruit avant son impression, qui ne tardera guère si l'auteur remet le plus tôt possible son manuscrit au Secrétaire. Toutefois, M. le Président ajoute que si des membres présents croient devoir prendre part à la discussion du travail de M. Putzeys, ils peuvent se faire inscrire dès à présent, ces

inscriptions permettant de dresser un ordre du jour de la prochaine séance d'applications.

MM. *François, Walin, Verstraeten, Moulan*, se font inscrire pour la discussion; MM. *Dupont* et le Dr *Rome* se proposent d'y intervenir s'ils le jugent nécessaire. M. *Putzeys* défendra sa thèse.

M. le *Président* prie les membres inscrits de bien vouloir rédiger à l'avance les communications qu'ils se proposent de faire, de manière à baser la discussion sur des arguments précis, avec chiffres à l'appui et non à la laisser livrée aux hasards de l'improvisation.

2° M. le *Président* donne la parole à M. *Rutot* pour la lecture du compte rendu de l'excursion faite le 21 janvier dans la vallée du Bocq.

COMPTE RENDU

DE LA

COURSE FAITE LE 21 JANVIER

DANS LA VALLÉE DU BOCQ

PAR

A. Rutot.

Le 21 janvier, MM. *Gobert, Deblon, Trullemans* et *Rutot* se sont rendus, sous la direction de MM. *Walin* et *Putzeys*, dans la vallée du Bocq, afin d'y étudier des phénomènes qui, à cause de la sécheresse, n'avaient pu être observés lors de l'excursion de la Société en août 1893.

Il s'agissait principalement d'observer ce que deviennent les eaux de ruissellement des périodes de grande humidité dans certaines vallées sèches qui descendent vers le Bocq aux environs de *Spontin*, et à l'extrémité aval desquelles jaillissent des sources importantes.

Partis d'*Yvoir*, nous nous sommes d'abord rendus, par *Purnode* et *Dorinne*, jusqu'à la ferme de *Salazinne*, située à l'extrémité amont d'une vallée sèche débouchant dans le Bocq, à *Senenne*.

En août 1893, vers l'extrémité aval de cette vallée, plusieurs entonniers offrant tous les caractères extérieurs des aiguigeois avaient été constatés à peu de distance les uns des autres, et il était important de constater leur véritable rôle en temps de ruissellement abondant.

Malheureusement, les ruissellements qui nous avaient été signalés et

qui avaient motivé notre voyage avaient cessé avec la pluie, de sorte qu'aucune constatation utile n'a pu être faite dans la vallée de Senenne.

Nous avons alors traversé le Bocq et nous avons cheminé le long d'un ruisselet se jetant dans la rivière, sur la rive droite.

A la rencontre de ce ruisseau avec la route de Spontin à Natoye, endroit qui correspond au contact du calcaire et du psammite, nous avons vu les eaux s'écoulant en abondance des psammites, se perdre en un point bien connu des habitants du pays, mais ne se faisant remarquer par aucun signe extérieur bien apparent.

Nous nous sommes rendus ensuite le long de la vallée sèche du Ry-d'Août, où des ruissellements abondants nous avaient également été signalés.

Là, le ruissellement existait encore d'une manière très satisfaisante et nous avons pu constater, sur la longueur explorée, un courant d'eau dont le volume ne nous a pas semblé éprouver, en aucun point, de variation sensible.

L'eau coulait rapidement sur un lit de gazon et deux déversoirs installés par les soins de M. Walin, à 300 mètres l'un de l'autre, et dont le premier se trouve à 200 mètres du bas de la vallée, marquaient, le premier en aval 27 millimètres; le second en amont 23 millimètres de lame d'eau.

Il résulte de cette constatation que, dans le Ry-d'Août, le volume d'eau passant au premier déversoir est un peu supérieur au volume passant au second.

Enfin, nous nous sommes rendus à proximité du pont de Reuleaux, où M. Walin avait fait exécuter des travaux afin d'étudier le mode de sortie de l'une des sources voisines jaillissant en ce point.

Les sources sourdent à une distance de quelques mètres du versant de la vallée, dans une bande d'alluvions du Bocq.

Pour pouvoir examiner la sortie de l'eau, M. Walin a fait exécuter une tranchée perpendiculaire au versant. Cette tranchée est d'abord entrée dans d'épais éboulis rocheux, puis a entamé le roc vif. Mais l'eau ne suivait pas le même chemin. A peu de distance de la source, elle semblait venir d'une direction oblique à la tranchée.

M. Walin a fait faire alors une tranchée parallèle à la première et peu distante de celle-ci, de manière à recouper le filet d'eau, mais celui-ci n'apparut pas.

Il était à supposer que l'eau reprenait une direction moins oblique et qu'elle sortait du roc entre les deux tranchées; en ce cas, il semblait qu'une tranchée réunissant les extrémités des deux précédentes, le long du versant, devait forcément recouper la venue d'eau.

Or, il n'en n'est rien ; actuellement la source paraît sortir du bloc d'éboulis isolé par les tranchées. Ce fait montre l'allure capricieuse des conduits, tant au travers de la roche en place que dans les éboulis.

Il serait intéressant que M. Walin voulût bien continuer les fouilles en dégageant l'orifice de sortie dans la roche en place.

Après cette observation, nous avons repris le train à Natoye.

L'excursion du 21 janvier n'a donc pas entièrement rempli son but. L'une des constatations les plus instructives n'a pu être opérée. Nous croyons qu'il y a lieu de combler cette lacune à la prochaine occasion favorable et de nouvelles convocations seront lancées dans ce sens en temps opportun.

A la suite de ce compte rendu, un court échange d'observations a lieu entre MM. *Walín*, *Dupont* et *François*, au sujet des tranchées de recherche effectuées par M. Walin à Reuleaux.

La séance est levée à 10 heures cinquante.

SÉANCE MENSUELLE DU 30 JANVIER 1894

Présidence de M. G. Jottrand.

La séance est ouverte à 8 heures quarante-cinq.

Correspondance.

Il n'a été reçu que des lettres d'affaires, ne réclamant aucune mention.

Dons et envois reçus.

De la part des auteurs :

- 1799 **Baratta (M.)**. *Sulla distribuzione topografica dei terremoti avvenuti in Italia durante il quinquennio 1887-1891*. Extr. in-folio, 9 pages, 6 cartes. Roma, 1893.
- 1800 **Bertrand (C. Eg.)**. *Remarques sur le Lepidodendron Hartcourtii, de Witham*. Extr. in-8°, 159 pages, 10 pl. Lille, 1891.
- 1801 **Bertrand (C. Eg.)** et **Renault (B.)**. *Pila Bibractensis et le Boghead d'Autun*. Extr. in-8°, 95 pages, 7 pl. Autun, 1892.
- 1802 **Bertrand (C. Eg.)**. *Le Boghead d'Autun*. Extr. in-8°, 56 pages, 1 pl. double. Saint-Etienne, 1892.
- 1803 **Bertrand (C. Eg.)** et **Renault (B.)**. *Premières remarques sur le Boghead d'Autun*. Extr. in-8°, 48 pages. Lille, 1892.
- 1804 **Carez (L.)**. *Réunion extraordinaire de la Société géol. de France dans les Corbières*. Extr. in-8°, 81 pages, 4 pl. Paris, 1892.
- 1805 — *Annuaire géologique, France, Iles britanniques, Système jurassique*. 3 Extr. in-8° formant un vol. de 200 pages. Paris, 1892-93.
- 1806 **Cumont (G.)**. *Stations néolithiques de Verrewinkel et de Rhode-Saint-Genèse découvertes en 1885*. Extr. in-8°, 45 pages 6 pl. et carte. Bruxelles, 1893.
- 1807 **Karrer (F.)**. *Geologische Studien in den tertiären und jungeren Bildungen des Wiener Beckens*. Extr. g⁴ in-8°, 22 pages. Wien, 1893.
- 1808 **Lang (O.)**. *Beiträge zur Systematik der Eruptivgesteine*. Extr. in-8°, 36 pages. Wien, 1893.

- 1809 **Mourlon (M.)**. *Sur la structure des couches du Crag de Norfolk et de Suffolk avec quelques observations sur leurs restes organiques*, par J. PRESTWICH. Traduction. Extr. g^d in-8°, 144 pages. Bruxelles, 1874.
- 1810 — *Observations sur les dépôts tertiaires du Bassin Franco-Belge*. Extr. in-8°, 116 pages, 2 pl. Bruxelles.
- 1811 — *Études stratigraphiques sur les dépôts miocènes supérieurs et pliocènes de Belgique*. Extr. in-8°, 58 pages, 1 pl. Bruxelles, 1876-78.
- 1812 — *Géologie de la Belgique*. Tomes I et II, 2 vol. in-8°. Bruxelles, 1880-1881.
- 1813 — *Monographie du Famennien. Comprenant les psammites du Condroz et les schistes de la Famenne proprement dits. (Devonien supérieur)* 1 vol. in-8°, 277 pages, 6 pl. Bruxelles, 1875-1886.
- 1814 **Prestwich (J.)**. *On the evidence of a submergence of Western-Europe, at the close of the glacial period, and immediately preceeding the neolithic or recent period*. Extr. in-4°, 82 pages, 1 pl. London, 1893.
- 1815 **Renavier (E.)**. *Géologie des Préalpes de la Savoie*. Extr. in-8°, 21 pages, 2 pl. Lausanne, 1893.
- 1816 **Sacco (F.)**. *Escursione geologica eseguita il 21 settembre 1893 attraverso i colli terziarii di Torino*. Extr. in-8°, 14 pages.
- 1817 — *L'Appennino dell' Emilia, studio geologico sommario*. Extr. in-8°, 193 pages. Roma, 1893.

Périodique nouveau.

- 1818 *Bulletin des services de la Carte géologique de France*.

Élection de nouveaux membres.

Sont élus en qualité de membres effectifs les adhérents dont les noms suivent, présentés à la séance du 23 courant :

- MM. LÉON JANET, Ingénieur au Corps des Mines, 85, rue d'Assas, à Paris.
 Paul HANKAR, Architecte, Professeur à l'école de dessin de Schaerbeek, 63, rue Defacqz, à Saint-Gilles-lez-Bruxelles.
 Clément LYON, Homme de lettres, à Charleroi.
 E. DELHEID, 71, rue Veydt, à Ixelles.
 G. COLLAERT, 18, rue de Bucharest, à Ostende.

Communication du Président.

M. le *Président* fait la communication suivante :

Depuis notre dernière réunion plusieurs de nos membres ont vu leur carrière marquée par des événements heureux, que je m'empresse de vous faire connaître.

M. *Jules Gosselet*, notre ancien président, a été appelé à la présidence de la Société géologique de France; c'est un juste hommage rendu à ses connaissances, si solides et si variées, et à son caractère si bienveillant et si sympathique; il lui a fallu une bien évidente prééminence à ces deux points de vue pour l'emporter lui, savant de Lille, sur les concurrents que Paris ne manquait pas de lui opposer.

M. *Ed. Dupont*, qui nous a présidé après M. Gosselet, a reçu notre croix civique nationale en mémoire des 25 années de travail par lui consacrées si fructueusement comme Directeur de notre Musée royal d'Histoire naturelle, au développement des richesses et du renom, aujourd'hui universel, de ce bel établissement.

M. *Louis Dollo*, que nous allons encore entendre dans un instant et dont les titres scientifiques grandissent chaque jour, a vu son labeur incessant et ses mérites de professeur reconnus par l'Université de Bruxelles, dont le Conseil, à l'unanimité et sur présentation unanime de la Faculté des sciences, lui a accordé le titre de Docteur agrégé *honoris causa*.

M. *Ch. Bommer* a été chargé par la ville de Bruxelles, d'un cours public de botanique qui réunit de nombreux auditeurs.

Enfin un des membres de notre conseil, M. le capitaine *Tedesco*, professeur à l'école de guerre, a été promu major d'état-major, et un de nos vice-présidents, M. le capitaine *Willems*, a été promu capitaine commandant du génie.

Tous ceux dont je viens de citer les noms figurent parmi nos membres actifs et dévoués, et les distinctions dont on les honore, rejaillissent pour une part sur notre Société. Je vous propose, MM., de leur voter de cordiales félicitations. (*Applaudissements.*)

Malheureusement à côté des joies viennent toujours se placer des peines. Nous avons eu la douleur de perdre prématurément et presque à l'improviste, un de nos plus anciens membres, le frère d'un de nos fondateurs, M. *Alfred Solvay*. Vous savez ce que le Musée de Bruxelles et la science paléontologique doivent aux exploitations de phosphate des frères Solvay, à Ciply près de Mons; vous savez aussi ce que l'Université de Bruxelles et la science physiologique doivent à la générosité princière, à l'esprit large et élevé de ces deux chefs de

grandes industries; vous le savez et vous ne les oublierez pas, ni le défunt, ni celui qui lui survit. »

Cette communication, entrecoupée par les applaudissements de l'Assemblée, sera insérée au procès-verbal de la séance et les félicitations de l'assemblée seront transmises, par lettre, aux intéressés non présents à la réunion.

Communications des membres.

1^o L. DOLLO. — P. J. Van Beneden.

M. Dollo appelle l'attention de l'assemblée sur la perte immense que la Belgique et la Science viennent de faire, par suite de la mort de l'illustre naturaliste *P. J. Van Beneden*.

Il retrace brièvement la carrière de cet homme éminent, en insistant particulièrement sur ses travaux paléontologiques.

Il mentionne, notamment, que c'est lui qui a rendu célèbres les collections de Cétacés fossiles du Musée de Bruxelles.

Il propose qu'une notice nécrologique soit insérée dans le *Bulletin* de la Société.

L'assemblée se rallie à cette conclusion et charge M. Dollo de rédiger la notice.

2^o L. DOLLO. — L'Origine du Chameau.

Pour satisfaire au désir d'un certain nombre de membres de la Société qui ne s'occupent point professionnellement de sciences naturelles, M. Dollo présente, sous la forme élémentaire suivante, l'état actuel de nos connaissances sur la *généalogie du chameau*.

I

1. Le chameau est surtout caractérisé par ses membres, par ses dents, par son estomac et par ses bosses.

2. Son *membre antérieur*, — de même que celui de l'homme, — comprend trois segments : le bras, l'avant-bras et la main.

Celle-ci s'étend du soi-disant « genou » (poignet) à l'extrémité libre du membre.

Seulement, tandis que la *main* de l'homme se compose de *cinq* doigts fonctionnels, celle du *chameau* n'en contient plus que *deux*, qui correspondent à notre majeur et à notre annulaire.

En outre, chez le chameau, les métacarpiens (os de la paume de la

main) des doigts qui ont persisté sont soudés entre eux sur toute leur longueur, pour former ce qu'on appelle le *canon*.

Quant aux phalanges, qui sont au nombre de trois à chaque doigt, elles demeurent indépendantes.

Cependant, contrairement à ce qui se passe chez le bœuf, par exemple, la phalange terminale n'est point, ici, complètement enveloppée par son ongle, et ce dernier ne constitue *pas de sabot*.

Les phalanges unguéales du chameau sont petites, arrondies; de sorte que cet animal, au lieu de marcher sur la pointe de ses ongles comme le cheval et les véritables ruminants, pose les pieds sur un *coussin fibreux*, qui supporte les phalanges.

De même, au *membre postérieur*.

3. Le chameau adulte a 34 dents : 8 incisives $\left(\frac{1-1}{3-3}\right)$, 4 canines $\left(\frac{1-1}{1-1}\right)$, 10 prémolaires $\left(\frac{3-3}{2-2}\right)$, 12 molaires $\left(\frac{3-3}{3-3}\right)$.

Ses *molaires* sont hautes et prismatiques. Leur surface d'usure est ornée de multiples *croissants*, qui sont produits par des plis de l'émail.

4. L'*estomac* du chameau possède *cinq* compartiments.

Dans les parois du premier, il y a deux doubles rangées de *poches à eau*, habituellement fermées par un sphincter (muscle circulaire, agissant comme les cordons d'une bourse). Ces poches sont destinées à *étancher la soif*, lors d'un séjour prolongé dans le désert.

Le second compartiment est entièrement tapissé de poches à eau.

Il y a, chez le chameau, une *vraie rumination*.

5. Les *bosses* du chameau n'ont rien à faire avec la bosse des bossus.

Celle-ci est le produit d'une déviation de la colonne vertébrale.

Celles-là n'intéressent pas le squelette. Ce sont des amas graisseux, des *réserves alimentaires*, aux dépens desquelles le chameau doit se nourrir en temps de disette, ce qui n'est pas rare, étant donné son habitat.

II

Les chameaux ruminent. Sont-ce, pour cela, de véritables Ruminants?

Nullement. Pas davantage que la baleine n'est un poisson.

Ils nous montrent un cas de *convergence* de types différents, sous l'influence de *conditions d'existence identiques*.

Mais *en quoi les chameaux se distinguent-ils des Ruminants* proprement dits?

Par beaucoup de caractères.

1. Ils n'ont pas de sabots.

2. Ils ont conservé des incisives à la mâchoire supérieure.

3. Leur canine inférieure est dressée.
4. La première prémolaire supérieure est isolée et a la forme d'un crochet.
5. Ils n'ont ni bois, ni cornes.
6. Leur estomac, quoique fonctionnant comme celui des Ruminants, n'est pas bâti sur le même plan.
7. Leur placenta est diffus, et non cotylédonaire.
8. Ils ont un cou d'une structure spéciale, et des globules sanguins tout autres que ceux des chevrotains, des cerfs et des bœufs.

III

I. — Les *ancêtres du chameau* peuvent être suivis presque jusqu'au début des temps tertiaires.

II. — 1. Les plus éloignés (*Homacodon*) étaient fort différents des chameaux actuels.

2. Leurs *membres* se terminaient par 4 doigts et par 4 orteils fonctionnels pourvus de sabots, le doigt correspondant à notre pouce, et l'orteil répondant à notre gros orteil, ayant déjà disparu.

3. Ils avaient 44 dents : 12 incisives $\left(\frac{3-3}{3-3}\right)$, 4 canines $\left(\frac{1-1}{1-1}\right)$, 16 pré-molaires $\left(\frac{4-4}{4-4}\right)$, 12 molaires $\left(\frac{3-3}{3-3}\right)$.

4. Ils vécurent à l'époque éocène.

III. — *Homacodon* est relié au chameau par une *série de formes fossiles*, dont les plus importantes sont :

1. *Leptotragulus* : Quatre doigts, mais seulement deux orteils fonctionnels. Des sabots. 44 dents. Eocène.

2. *Poebrotherium* : Deux doigts et deux orteils fonctionnels, mais pas de canon. Des sabots. 44 dents. Miocène.

3. *Procamelus* : Deux doigts et deux orteils fonctionnels, et un canon. Plus de sabots. 40 dents. Pliocène.

IV

L'évolution de la structure, dans la généalogie du chameau, est accompagnée d'une évolution de la *taille*.

1. *Homacodon* ne dépassait pas le volume du chat.

2. *Leptotragulus*, celui du chevrotain.

3. *Poebrotherium*, celui du lama.

4. *Procamelus* était intermédiaire entre le lama et le chameau.

V

Les ancêtres les plus éloignés du chameau, à en juger d'après leur squelette, habitaient les *endroits marécageux*.

En se transformant, ils devinrent des animaux de *plaine*.

Puis, ils furent refoulés vers le *désert*.

VI

Les chameaux, — et leurs proches parents, les dromadaires, — n'existent que dans l'Ancien Monde.

Ils sont représentés en Amérique par les lamas, les alpacas, les guanacos et les vigognes.

Cependant, la série des ancêtres fossiles du chameau ne se rencontre que dans les dépôts du Nouveau Monde.

Les chameaux sont donc d'origine américaine. Ils émigrèrent après coup, en Asie et en Afrique.

BIBLIOGRAPHIE.

I. — SOURCES ORIGINALES.

E. D. COPE. — *American Naturalist*. 1886.

W. B. SCOTT. — *Journal of Morphology*. 1891.

II. — OUVRAGE A CONSULTER.

K. A. ZITTEL. — *Handbuch der Palæontologie*. Munich et Leipzig. 1893.

3° X. STAINIER. — **Un Spiraxis nouveau, du Devonien de la Belgique.**

M. Stainier présente la description, avec figures, d'un curieux fossile en forme de spire, jadis recueilli par M. Mourlon dans une carrière de psammites du Condroz d'Isne-Sauvage et qui représente un organisme de nature problématique, dont des formes analogues ont été rencontrées par M. J. S. Newberry dans des dépôts du même âge, en Amérique.

Ce fossile, qui ne consiste en réalité qu'en un moule interne, en forme de ruban spiralé et muni de côtes, a fourni à M. Newberry la création du genre *Spiraxis*,

M. Stainier, en décrivant l'espèce belge sous le nom de *Spiraxis interstitialis*, se range de l'avis de M. Newberry, qui y voit l'empreinte d'une espèce particulière d'algue, à structure spiralée.

Son niveau géologique est l'assise de Montfort Fa2b (ancienne assise III de M. Murlon) des Psammites du Condroz.

L'assemblée vote l'impression aux *Mémoires* du travail de M. Stainier et de la figure qui l'accompagne.

4^e M. Rutot fait une communication sur la géologie du littoral belge dont l'assemblée vote l'impression aux *Mémoires*. L'auteur en a envoyé le résumé ci-dessous pour le procès-verbal :

A. RUTOT. Résultats d'observations géologiques le long du littoral.

M. Rutot croit pouvoir soumettre à la Société les résultats de ses premiers levés, effectués le long du littoral entre le Crocodile (Middelkerke) et Blankenberghe. Il donne la succession des couches modernes et quaternaires rencontrées et conclut en disant que tout le long du littoral étudié il existe un biseau de couches dont l'épaisseur augmente en se rapprochant de la côte. Que, vers l'intérieur des terres, le bord du biseau est formé d'argile des Polders recouvrant directement le sable flandrien type, puis, qu'en approchant de la côte, il vient s'intercaler, sous l'argile des Polders, des couches sableuses renfermant, entre Ostende et Blankenberghe, beaucoup de tourbe ; tandis que le Flandrien type semble changer de caractère et paraît prendre un facies marin avec présence de couches très coquillères à la base.

Toutes ces couches, épaisses de 25 à 35 mètres le long de la côte, reposent sur l'Ypresien.

Ces observations ont démontré la non existence d'un affleurement de Panisélien signalé par M. Delvaux entre Wenduine et Blankenberghe.

5^e M. Rutot fait la communication suivante :

SUR L'ÉCHELLE STRATIGRAPHIQUE DU LANDENIEN

PAR

A. Rutot.

M. Rutot rappelle qu'il a déjà exprimé l'avis que l'étage landenien n'est pas subdivisible en deux assises nettement distinctes et superposées ; il ne voit dans l'étage landenien qu'un cycle sédimentaire marin complet, dans lequel la période d'émersion aurait été accompagnée de phénomènes secondaires ou accessoires, qui ont donné naissance aux couches, non marines, classées dans l'assise supérieure.

Les levés de la feuille de Jauche viennent encore de lui donner la confirmation de cette conclusion.

Entre Orp-le-Grand et Marilles, il existe en ce moment d'admirables coupes dues à l'élargissement de routes et qui montrent le passage insensible et direct des psammites L1c marins au facies lagunaire du Landenien supérieur et l'absence du sable d'émersion L1d.

Toute l'assise supérieure du Landenien devient donc ainsi l'équivalent d'une partie ou même de tout le L1d.

Pendant que L1d type se déposait dans la mer landenienne, qui se retirait vers le nord, les sédiments classés dans L2 (lagunaires, fluvio-lagunaires et fluviaux) se déposaient vers le sud, soit sur un peu de L1d, soit directement sur L1c et ce n'est que plus tard que les sédiments de L2, en avançant vers le nord, ont recouvert L1d déjà déposé, tandis que L1d se déposait encore seul plus au nord.

La séance est levée à 10 heures quarante.

BIBLIOGRAPHIE

Sur les preuves d'une submersion de l'Europe occidentale et des côtes de la Méditerranée à la fin de la Période Glaciaire, et ayant précédé immédiatement la Période Néolithique ou récente, par le Prof. PRESTWICH (1).

(Transactions of the Royal Society of London, vol. 184A (1893).

Le mémoire important que le professeur Prestwich vient de publier, sous ce titre, dans les « Transactions » de la Société Royale de Londres, a pour but de prouver qu'un des dépôts quaternaires qu'il a appelés *Rubble drift* en Angleterre, peut aussi être reconnu sur une grande partie de l'Europe occidentale, ainsi que sur les côtes de la Méditerranée, et que toute cette partie du globe a été affectée du même mouvement de dépression qui a submergé le sud de l'Angleterre.

Nous espérons, en publiant un résumé de cet important travail, attirer l'attention des personnes qui s'intéressent aux questions relatives au quaternaire, sur une hypothèse fort curieuse, imaginée pour expliquer l'origine de dépôts qui sont aussi très répandus en Belgique et pour la géogénie desquels plusieurs théories ont été mises en avant dans ces derniers temps.

Malgré la méfiance qu'inspirent aux géologues les explications qui ont

(1) On the evidences of a submergence of Western Europe, and on the mediterranean Coasts, at the close of the glacial or so-called post-glacial period, and immediately preceding the neolithic or recent period by JOSEPH PRESTWICH, D.C.L., F.R.S., C. Inst. of France.

recours à des cataclysmes, les nombreux faits sur lesquels l'hypothèse actuelle est basée, ainsi que la haute compétence de l'auteur doivent faire prendre celle-ci en sérieuse considération.

INTRODUCTION. L'auteur rappelle d'abord qu'il a déjà, dans un travail antérieur, publié dans le *Quarterly Journal* de la Société Géologique de Londres pour 1892, donné ses raisons pour croire que le sud de l'Angleterre avait été submergé à une profondeur de pas moins d'environ 1000 pieds (pieds anglais) entre l'époque glaciaire ou post-glaciaire et l'époque néolithique. Ces raisons étaient basées sur les caractères physiques et paléontologiques d'un drift superficiel spécial, auquel il a donné le nom de *Rubble-drift*, pour le distinguer du drift marin, fluvial, ou glaciaire des vallées des mêmes régions. Il comprend sous ce terme différents dépôts détritiques, tels que ceux qui ont été appelés *Head* et qui recouvrent les *Raised Beaches* (plages soulevées ou terrasses marines) du détroit, et les fissures ou crevasses ossifères du sud du Devonshire.

L'auteur, qui a déjà exposé les motifs pour lesquels il repousse toutes les explications qui ont été données sur l'origine du *Head*, se propose, dans le présent travail, de prouver que les phénomènes sur lesquels il s'est appuyé pour établir la submersion de l'Angleterre s'observent aussi sur une grande partie du continent.

Quoique le *Rubble-drift* partage les caractères de plusieurs autres dépôts, il ne peut se rapporter à aucun d'eux; car, au lieu de s'étendre en couches horizontales et de suivre certaines lignes, *il recouvre les collines comme d'un manteau*, suit des directions divergentes et ne se termine qu'au fond des vallées.

La faune de ce dépôt se caractérise par l'absence de coquilles marines et fluviales. C'est une faune essentiellement terrestre : *Pupa marginata* et quelques *Helix* en sont les fossiles les plus communs. Les ossements de mammifères qu'on y rencontre, se distinguent par leur état fragmentaire et de plus, ils ne sont jamais *ni usés, ni rongés*.

Les caractères physiques du *Rubble-drift* sont aussi spéciaux; c'est ainsi que les matières détritiques qui le composent sont d'origine locale et sont toujours anguleuses; de plus, elles ne sont jamais stratifiées.

L'absence d'usure et l'état de conservation des fragments d'os qui s'y trouvent et la présence de coquilles délicates prouvent que ce drift ne peut être une formation subaérienne glaciaire; l'absence de blocs erratiques et de coquilles marines exclut aussi une origine glaciaire sous-marine. La seule cause qui paraît à l'auteur capable d'avoir produit de tels résultats serait un soulèvement des terres succédant à

une submersion très étendue, qui, déplaçant un grand volume d'eau, aurait donné lieu à des courants divergents, qui auraient entraîné de haut en bas les débris de la surface submergée.

Tous les phénomènes présentés par le *Rubble-drift* sont explicables par cette hypothèse. La submersion a pu être lente, mais le soulèvement a dû se faire par stades, tantôt lentement, tantôt plus ou moins rapidement. C'est dans les régions où les couches géologiques sont de nature différente, comme dans les régions de la craie en Angleterre, que l'on peut trouver les meilleures preuves qu'il en a été ainsi : A Brighton, par exemple, la plage vient butter contre les anciennes falaises, au-dessus desquelles le *drift* venant des hauteurs a été précipité, pas en une fois, mais en une succession de poussées, quelques-unes desquelles étaient assez puissantes pour mouvoir de grandes masses de nodules de silex et de grands blocs de grès tertiaires, venant d'une distance de deux ou trois milles à l'intérieur : tandis que d'autres n'avaient charrié que des débris plus légers de la craie et un sédiment marneux impalpable, souvent finement laminé et montrant qu'il s'était déposé dans des eaux relativement tranquilles. Ces sédiments donnent une mesure des forces qui ont agi pour les déplacer et de la vitesse des courants qui variaient suivant la rapidité du soulèvement.

L'auteur dit qu'une masse d'eau de mille pieds d'épaisseur se mouvant même lentement, sur la surface du sol, formerait un engin d'une puissance énorme, qu'il compare au marteau à vapeur de Nasmyth, agissant tantôt avec douceur, tantôt avec une force irrésistible.

COUPES OBSERVÉES SUR LES CÔTES DE FRANCE. Les mêmes phénomènes s'observent sur les côtes du nord de la France que sur les côtes d'Angleterre. A Sangatte, au pied du Cap Blanc-Nez, entre autres, on observe, au-dessus d'une plage soulevée, contenant les coquilles habituelles, un *Rubble-drift* ou *head* formé par de la craie et des blocs de silex, non stratifiés, mais en masses lenticulaires et bouleversées. Ces couches contiennent des mollusques terrestres en assez grand nombre et parmi lesquels on peut citer : *Helix concinna* ; *Helix pulchella* ; *Succinea oblonga* ; *Pupa marginata* ; *Arion ater* ; *Limax agrestis*. Les restes de mammifères y sont assez rares ; on y a aussi découvert des *silex taillés*. Ce *Rubble-drift* s'étend à une grande distance dans la plaine entre les collines de la craie et Calais ; et, là, comme en Angleterre, les parties calcareuses du dépôt décroissent lorsqu'on s'éloigne de sa base sur les pentes des collines.

On observe aussi, derrière Blanc-Nez, cette phase de drift qui consiste en traînées de gravier ocreux, qui ont été attribuées à des cours

d'eau, mais qui doivent se rattacher au *Rubble-drift*. Le *Rubble-drift* a été observé sur différents autres points de la côte.

A Abbeville, il y a aussi des coupes intéressantes, qui montrent les rapports entre le *Rubble-drift*, les dépôts fluviatiles anciens de la rivière et les *raised beaches*.

A Manchecourt, les couches marines ou d'estuaire se trouvent à 24 pieds au-dessus du niveau de la mer; elles sont recouvertes par des sédiments anciens de la rivière, contenant des coquilles fluviatiles, des restes de mammifères ainsi que des instruments paléolithiques, tandis qu'une couche qui descend des pentes et passe sous les alluvions de la vallée, représente le *Rubble-drift*. Dans une autre coupe, près d'Abbeville, le *Rubble* montre plusieurs divisions bien marquées, au lieu d'être, comme à Brighton et à Sangatte, entassé sans traces distinctes de stratification. Ce qui prouverait, selon l'auteur, que le mouvement d'élévation n'a pas été continu, mais constitué par une suite de mouvements plus ou moins rapides.

Sur les côtes de Normandie le *Rubble-drift* ne se rencontre que plus haut et vers l'intérieur; celui qui se trouvait sur le bord de la mer ayant été enlevé. A Mers ce drift se compose d'une masse de limon contenant des blocs de craie et des rognons de silex. Le *Rubble-drift* a aussi été observé à Sainte-Adresse près du Havre, entre Grenville et Saint-Paire. A six milles à l'ouest de Cherbourg il y a un *head* qui atteint 25 pieds d'épaisseur.

Dans les îles de la Manche les traces de submersion et d'élévation du sol sont encore plus complètes que celles qui viennent d'être décrites. Guernesey et Jersey ont été naguère complètement entourés d'une ceinture de terrasses marines recouvertes par un *head de Rubble-drift*, dont il ne reste plus que des lambeaux. La plus grande partie de ces îles est formée par un plateau de granite et de roches métamorphiques, haut de 300 à 350 pieds, généralement recouvert d'une couche de terre à briques ou de *loess*. Ce *loess* est identique à celui du continent et ne peut avoir été formé par la décomposition du granit ou d'autres roches qu'il recouvre. Sa formation ne peut être attribuée à aucune des causes invoquées d'ordinaire pour expliquer l'origine du *loess*, telles que des inondations occasionnées par le débordement de rivières ou par des barrières de glace, ou enfin l'action érosive de la pluie. En tous les cas il ne peut s'être formé à l'époque à laquelle l'île était unie au continent, car il serait dans ce cas plus ancien que le cordon littoral qui l'entoure. Le *loess*, au-dessous duquel on trouve une couche mince de *rubble*, est en effet intimement uni au *head*, et constitue un dépôt qui est plus récent que les *raised beaches*. Le *loess* doit

donc avoir une origine différente de celle qui lui est attribuée en général et il se serait formé, selon l'auteur, par sédimentation pendant la submersion qui a aussi occasionné le dépôt du *Rubble-drift*. Les eaux de la mer ont dû à ce moment être surchargées de matières en suspension qui se sont déposées par la suite sur le continent et les îles avoisinantes. A mesure que le sol s'élevait, ce loess était enlevé partout où se faisait sentir l'action des courants et il était entraîné avec le *Rubble-drift* vers des niveaux inférieurs, comme le font voir les coupes. Les mêmes phénomènes s'observent dans l'île de Jersey et sur la côte de France. A l'île de Bréhat, le loess contient quelques coquilles terrestres. Dans la petite île de La Motte, sur la côte sud de Jersey, on peut se rendre compte de la distance à laquelle le *Rubble-drift* a été chassé depuis sa base d'origine jusqu'à la mer, action qui ne peut être attribuée qu'à un puissant cours d'eau partant du continent et se dirigeant vers la mer. La Motte est à plus de mille pieds de la côte.

A l'île d'Alderney on a observé les mêmes phénomènes.

Enfin il y a des preuves que les îles de la Manche ont été, comme les côtes ouest de l'Angleterre, plus élevées après leur submersion qu'elles ne le sont aujourd'hui, comme le prouvent les forêts submergées qui les entourent.

En Bretagne, dans le Finistère, il y a aussi des *plages soulevées*, qui contiennent des cailloux roulés formés principalement de roches plutioniennes et paléozoïques, ainsi que de quartz blanc. M. Barrois considère une partie de ces roches comme étant de provenance locale, les autres auraient été transportées par l'action des glaces des côtes et des rivières, mais l'auteur croit plutôt qu'elles proviennent de l'est ou des côtes de Picardie et au delà.

Jusqu'à ce point du littoral, il n'y a pas de doute quant au synchronisme des mouvements orographiques du Quaternaire sur les deux rives du détroit ; mais, plus au sud, les preuves deviennent moins concluantes.

Le *Rubble-drift* a été observé sur les côtes au sud de la Bretagne, à l'île de Noirmoustier, ainsi qu'entre Biarritz et Saint-Jean-de-Luz, où l'auteur en constate des traces suffisantes pour prouver la présence de cette formation sur les côtes du sud-ouest de la France.

FORMES QUE REVÊT LE « RUBBLE-DRIFT » A L'INTÉRIEUR DU CONTINENT, EN FRANCE ET EN BELGIQUE.

L'auteur reconnaît trois genres de *Rubble-drift* à l'intérieur du continent : 1^o le loess des hauts niveaux ; 2^o l'argile à blocs ou les brèches des pentes ; 3^o les fissures ossifères.

Le Loess.

Le mode de formation du loess est très discuté ; celui des vallées a été attribué aux inondations occasionnées par la fonte des glaces et des neiges pendant l'époque glaciaire. Mais le loess n'est pas confiné à ces vallées et il s'étend sur les versants qui les séparent. Il recouvre même en France et en Belgique des plateaux d'une élévation de 400 à 680 pieds, même à 700 pieds dans le centre de la France. Près de Lyon il a été signalé à 1300 pieds, et au centre de l'Europe, dans les vallées supérieures du Rhône et du Danube, il s'élèverait même à une hauteur de 1500 pieds. Enfin, dans les vallées des Carpathes il atteindrait une altitude de 800 à 2000 pieds. Il est impossible, selon l'auteur, si l'on tient compte de l'hydrographie actuelle de ces régions ou de celle qui existait à l'époque glaciaire, que des couches aussi épaisses de loess aient été déposées à de telles altitudes par des inondations ordinaires de rivière. Pour expliquer ces difficultés on a imaginé différentes hypothèses. L'une suppose que, lors du dépôt du loess, l'abaissement du sol et sa réélévation ont été bien plus considérables dans les régions montagneuses centrales que dans les régions plus basses près des côtes. Rien ne vient corroborer une telle hypothèse, d'ailleurs, même en supposant que ses mouvements aient quelque peu égalisé les différences de niveau, la hauteur que les eaux auraient dû atteindre reste, malgré cela, inexplicable, tant qu'il y a eu de larges vallées communiquant avec la mer.

Une autre hypothèse suppose que les grandes rivières de l'Europe auraient été endiguées pendant tout un temps par l'envahissement d'une grande nappe de glace venant du nord, ou par les grands glaçons que charriaient les rivières. Cette hypothèse est aussi rejetée par l'auteur, car cette explication ne s'appliquerait qu'aux fleuves s'écoulant vers le nord et les eaux n'auraient pu faire sentir leur action autour de toute la région centrale. Les deux hypothèses précédentes pourront expliquer la présence du loess sur une partie de la région, mais pas sur des régions aussi vastes et aussi élevées.

Dans ces dernières années, le baron von Richthofen a proposé une nouvelle théorie pour expliquer l'origine du loess d'Europe, qu'il croit avoir été formé par l'action des vents, comme les dépôts semblables de Chine. L'auteur n'admet pas non plus cette hypothèse ; selon lui, le loess d'Europe n'est jamais aussi épais que celui de Chine. Son épaisseur habituelle est de 10 à 50 pieds, rarement il atteint 100 pieds tandis qu'en Chine le dépôt atteint une épaisseur de 500 à 1500 pieds et une hauteur de 3000 pieds. De plus, en Europe, il montre souvent les

traces de l'action de l'eau, et les restes des mammifères qu'on y trouve, sont fort rares et sont toujours incomplets et dispersés. Enfin, il croit que les conditions climatiques sous lesquelles les deux dépôts se sont formés ont dû être très différentes.

En Belgique, M. Briart a distingué, outre le loess ordinaire des vallées, un limon des *plaines moyennes*, contenant des restes de mammifères et de coquilles terrestres — qui repose souvent sur une argile sableuse à blocs — et un limon des *hauts plateaux*, dépourvu de fossiles. Selon l'auteur, le limon des plaines moyennes se serait formé, comme le *Rubble-drift* et le *head*, pendant que le sol s'élevait des eaux, tandis que celui des hauts plateaux se serait formé pendant la submersion. Les mêmes divisions du loess ont été reconnues par Sacco au sud des Alpes.

L'auteur étudie quelles ont dû être les conséquences d'une submersion graduelle de l'Europe vers la fin de l'époque glaciaire. Les montagnes étaient encore à ce moment couvertes des glaces de l'époque glaciaire, et les eaux des rivières étaient surchargées de boue provenant des glaciers et de l'érosion des terres. Lorsque les eaux de la mer envahirent les terres, elles se chargèrent ainsi de plus en plus de ces sédiments, qu'elles déposèrent à des hauteurs s'élevant jusqu'à 1200 à 1500 pieds dans les Alpes. Lors de leur retraite les eaux ont entraîné une grande partie de ces sédiments vers les niveaux plus bas. L'auteur répond à l'objection qu'on pourrait tirer de l'épaisseur trop considérable du loess pour avoir pu être formé en un intervalle de temps aussi court, que, considérée dans son ensemble, cette formation appartient à plus d'une période ; qu'elle est le résultat des sédimentations, en temps de crue, dans les vallées qui ont subi plus tard un remaniement d'un caractère plus général. Nous avons d'un côté le résultat de l'accumulation des siècles, de l'autre celui d'un temps relativement court.

Encore de nos jours on voit dans le Gange des bancs de sédiment, longs de plusieurs centaines de milles, qui sont enlevés chaque année et reformés plus bas dans le lit de la rivière. En quelques semaines il se forme parfois des accumulations de sédiment de plus de quarante pieds d'épaisseur.

Nous pouvons aisément admettre que, lorsque les eaux de l'Océan chargées de boue fine remontèrent les grandes vallées et rencontrèrent les eaux des rivières surchargées de boue glaciaire il en est résulté une immense masse de sédiment qui se déposa naturellement aux endroits les plus à l'abri de l'action des courants qui prirent naissance lors de la retraite des eaux.

Le Rubble-drift sur les pentes.

Nord de la France et Belgique. — Les caractères et la position de certains dépôts quaternaires de la province de Namur, décrits par M. Dupont, correspondent tout à fait, selon l'auteur, à ceux du *Rubble-drift* du sud de l'Angleterre. L'argile à blocs, ainsi que le limon homogène de ce géologue représentent l'*angular drift* et le pleistocène *brick-earth* des géologues anglais, formations qui ont tout à fait les mêmes caractères stratigraphiques.

L'auteur ne croit pas qu'on puisse baser une classification des dépôts des cavernes sur les restes d'animaux qui s'y trouvent, comme l'a fait M. Dupont. La rareté des restes de Rennes dans les couches inférieures, rapportées à l'âge du mammouth peut être due à ce que les cavernes étaient souvent inondées à cette époque et qu'elles n'étaient, pour ce motif, que rarement visitées par l'homme et les fauves. D'ailleurs le contenu d'une caverne varie selon la nature des occupants. A l'extérieur des cavernes les mêmes animaux ont pu habiter les bois et les plaines pendant toute la durée de la période quaternaire. L'auteur considère, avec M. Dupont, l'argile à blocs comme distincte des dépôts des cavernes qui se trouvent en dessous, mais il pense que les restes organiques qui se trouvent dans cette argile sont, pour la plupart, dérivés de l'ancien sol des cavernes.

L'auteur voit dans la coupe du *Trou du frontal*, qu'il publie d'après M. Dupont, une confirmation de sa théorie de l'origine et du mode de formation du *Rubble-drift*, car, dans cette coupe, l'argile à blocs contient, entre autres, des blocs d'argile provenant des couches sous-jacentes, et ces blocs occupent un niveau inférieur à la couche d'argile dont ils proviennent. L'auteur en conclut que l'argile à blocs s'est formée rapidement, et que ces matériaux ont été entraînés de haut en bas. Les restes d'animaux qui se trouvent dans l'argile à blocs lui seraient étrangers et appartiendraient au niveau du Mammouth. La brusque transition entre la période paléolithique et la période néolithique qui s'observe dans ces cavernes forme un autre point de rapprochement avec ce qui s'observe en Angleterre.

Ce drift a été signalé aussi dans le bassin de Paris. La montagne de Genay, au nord-ouest de Semur, présente des dépôts très intéressants. Cette colline, qui s'élève à 1430 pieds au-dessus de la mer, est recouverte de drift rouge. Au côté sud et s'étendant à quelque distance, il y a une brèche formée de détritons anguleux de calcaire, qui contient une quantité d'ossements, dont quelques-uns ont été brisés par l'homme. Parmi ces ossements il y en a de hyène, de loup, de mammouth, de

porc, de cheval, de cerf et de bœuf ainsi que des instruments en silex. L'auteur croit que cette brèche aussi s'est formée rapidement. Les os qui s'y trouvent ont été brisés par la violence des eaux sans avoir été ni usés, ni triturés, ni rongés; ils proviendraient d'animaux qui s'étaient réfugiés sur la colline pendant l'inondation. Par sa nature ce dépôt détritique ne peut se confondre avec les talus formés par la désagrégation des roches sous les influences météoriques, qui sont si communs sur les pentes raides du terrain jurassique et oolithique de la Bourgogne et de l'Angleterre.

A Menton, la construction des tranchées du chemin de fer a révélé une brèche semblable, au pied des cavernes célèbres de cette localité. Elle est formée de blocs anguleux cimentés par des infiltrations calcareuses. On y a découvert à différentes profondeurs, allant jusqu'à 30 pieds, des restes de hyène et d'ours, ainsi que des instruments en silex, des coquilles et des os brisés.

A Dixmont, près de Villeneuve-sur-l'Yonne, il y a un curieux dépôt de bois subfossile, constitué par une masse enchevêtrée de tiges et de branches de conifères, ainsi que quelques-unes de noisetiers, entassées dans la plus grande confusion. La rivière, qui est à quelque distance, n'a aucun rapport avec cet amas de bois, et le pays environnant est une plaine. Le tas de bois, qui s'élève de 10 à 20 pieds au-dessus du sol et a, dit-on, une longueur de 4 à 5 kilomètres, est recouvert d'une couche de limon, de sable et de gravier. Ce curieux dépôt pourrait peut-être, selon le Prof. Preswich, se rapporter au *Rubble-drift*.

Fissures ossifères.

Côtes sud de la France. — Le contenu de ces fissures, qui sont plus communes en France qu'en Angleterre, présente les rapports les plus intimes avec celui du *Rubble-drift* ou *head* recouvrant des *raised beaches*. La composition physique du dépôt et les restes des animaux qu'on y trouve sont les mêmes; comme ceux du *Rubble-drift*, les caractères que présentent ces fissures indiquent une submersion très étendue du pays. Cuvier, Marcel de Serres, et, plus récemment, Desnoyers se sont spécialement occupés des brèches ossifères des côtes de la Méditerranée, où elles sont exceptionnellement communes.

La position des fissures ossifères sur ces côtes est caractéristique, souvent elles se trouvent au haut de montagnes isolées ou détachées, s'élevant à des altitudes considérables au-dessus de la plaine et d'où la retraite serait impossible pendant une période de submersion. C'est ainsi que, parmi les points où l'on a découvert de ces brèches, le Mont

du Château, à Nice, s'élève à 132 pieds, et le Mont Boron à 436. A Antibes, on en a découvert à 200 et 280 pieds d'altitude; à Villefranche, à 450 pieds; à Cette, à 355; enfin, à Gibraltar, sur des points encore plus élevés.

Ces fissures sont parfois verticales, parfois inclinées à différents angles. Elles sont remplies, comme à Plymouth, de blocs anguleux, enveloppés de terre rouge ou d'argile, parfois elles sont cimentées par du calcaire. A Nice, il y avait une fissure dont les parois étaient, vers le bas, percées de trous de *Lithodomes*, et le fond rempli de cailloux roulés; au-dessus de ce conglomérat il y avait une brèche contenant des ossements et des coquilles terrestres, ce qui indique un rapport semblable à celui qui existe entre le *head* ou *Rubble-drift* et l'ancien niveau de la mer sur les côtes de la Manche.

La plupart des ossements qu'on y a découverts sont brisés et en fragments, mais ils ne sont ni usés ni rongés ni roulés; aucun ne se trouvait dans ses connexions anatomiques.

Les restes trouvés à Nice et dans les autres localités mentionnées se rapportent aux espèces suivantes : *Felis leo*, *F. pardus*, *Elephas primigenius*, *Rhinoceros leptorhinus*? *Hippopotamus*, *Sus*? *Ursus priscus*? *Bos*, *Equus (caballus)*, *Cervus elaphus*, *Cervus dama*, *Lagomys (pusillus)*, *Lepus cuniculus*, *Lepus timidus*, *Antilope*, *Lézard*, *Tortue* et *Serpent*. Des restes humains ont aussi été découverts à Nice.

Les coquilles terrestres appartiennent toutes à des espèces vivant encore actuellement dans les environs.

Le Professeur Prestwich pense que la fissure n'a été que partiellement remplie par le *Rubble-drift*, et qu'elle a servi plus tard d'habitation à une race d'hommes plus récents. Cela serait conforme à la succession des dépôts observés ailleurs, qui est la suivante : 1° brèches paléolithiques plus anciennes; 2° *Rubble-drift* anguleux, brèches de pentes et fissures contenant les mêmes restes d'animaux quaternaires; 3° dépôts néolithiques récents des cavernes. Lorsque la couche 2 manque, les couches 1 et 3 ont l'air de passer de l'une à l'autre, ce qui serait le cas pour les fameuses cavernes de Boussi-Roussi, à Menton.

Les fissures ossifères ont aussi été trouvées en France sur divers points à l'intérieur des terres et à différentes altitudes. A la Montagne de Pédémar (Gard), colline isolée haute de 1128 pieds au-dessus du niveau de la mer et de 577 pieds au-dessus de la vallée environnante, il s'est produit, sur un espace restreint, une étrange accumulation de restes d'animaux, qui, mêlés à des blocs anguleux et enfouis dans une terre rouge, remplissent les fissures. Tous ces os sont brisés et éparpillés sans ordre et ne sont ni rongés par les fauves ni roulés par les eaux.

Ils appartiennent aux espèces suivantes : *Rhinoceros lunelensis* (leptorhinus), *Bos ? Capra ? Equus*.

La Montagne de Santenay, Côte-d'Or, présente un autre exemple de fissure ossifère occupant un niveau plus élevé. C'est une montagne haute de 1640 pieds et située près de Châlons-sur-Saône. Du côté sud et du côté nord de la montagne il y a deux cavernes qui contenaient des ossements de *Felis leo*, *Canis lupus*, *Canis vulpes*, *Ursus*, *Equus caballus*, *Cervus elaphus*, *Bos*, etc. Au sommet, il y a une fissure remplie d'une brèche formée de fragments de roches adjacentes et de terre jaunâtre dans laquelle on a trouvé des restes de *Felis leo*, *F. lynx*, *Equus caballus*, *Canis lupus*, *C. vulpes*, *Meles taxus*, *Ursus speleus*, *U. ferox*, *Lepus timidus*, *Rhinoceros Merckii*, *Sus scrofa*, *Bos*, *Cervus elaphus*. Tous les os sont brisés et leur accumulation à cet endroit ne peut être attribuée ni à l'homme ni aux fauves, car aucun os n'est brisé intentionnellement et ils ne portent pas non plus la trace de la dent des carnivores. On a imaginé différentes théories pour expliquer cette étrange accumulation. Les uns ont supposé que les glaciers venant des Alpes avaient formé une barrière à travers le lit de la Saône. Mais l'auteur ne croit pas qu'un glacier à cette distance de son origine ait pu former une barrière assez puissante pour élever les eaux à une telle hauteur. Pour expliquer la présence de cet amas d'os on a aussi suggéré que les animaux auraient pu tomber et périr dans ces fissures dont l'ouverture aurait été cachée par la neige ; mais jamais on n'y trouve de squelette plus ou moins complet, comme ce serait le cas s'il en avait été ainsi ; et puis, ces nombreux herbivores qui y ont laissé leurs os, auraient fui devant les glaces et la neige et se seraient portés dans les plaines plutôt que sur des hauteurs stériles. D'autres ont cherché à expliquer ce dépôt par des chutes torrentielles de pluie, qui auraient occasionné une inondation de tout le pays. Mais, pour obtenir un tel résultat, il eût fallu des chutes de pluie cent fois plus intenses qu'elles ne le sont actuellement. Comment d'ailleurs un tel volume d'eau ne se serait-il pas écoulé immédiatement ? L'auteur trouve l'explication de tous les faits dans sa théorie de submersion ; car, dans cette hypothèse, les animaux carnivores et herbivores se seraient également réfugiés sur les plus hauts sommets, où l'eau, montant toujours, ils auraient été noyés. Mais l'envahissement des eaux se faisant lentement, leurs cadavres n'ont pas été transportés au loin, mais se sont décomposés sur place, et les os se sont éparpillés finalement sur le sol sous-marin. Lorsque les terres se sont élevées de nouveau, les os ont été entraînés vers les niveaux inférieurs, ou bien ils ont été précipités dans les fissures et ont été brisés par des blocs de roches entraînés en même temps.

D'autres brèches ossifères ont été signalées sur différents points de la France.

En Espagne et au Portugal, où il n'y a guère de traces de *plages soulevées*, on a signalé quelques cavernes à ossements et aussi certaines couches qui pourraient bien se rapporter au *rubble drift*.

Des brèches ossifères ont aussi été découvertes sur le rocher de Gibraltar, qui s'élève à 1349 pieds au-dessus de la mer. Les nombreuses crevasses qui sillonnent le rocher ont été partiellement remplies d'argile à blocs laissant des vides qui ont servi, dans bien des cas, d'habitation à l'homme, même jusqu'à une époque relativement récente. Parmi les espèces qu'on a trouvées dans la brèche, on cite, outre l'homme : *Ursus fossilis* ; *Hyæna crocuta* ; *Felis pardus*, *Felis pardina*, *Felis caligata*, *Equus caballus*, *Rhinoceros leptorhinus* ; *Cervus elaphus*, *Cervus dama*, *Capra ibex*, *Bos primigenius* ; *Sus scrofa*, *Lepus cuniculus*, *Canis vulpes*. Les os de ces animaux se trouvent dans les mêmes conditions que ceux de Santenay.

On a cherché à expliquer la présence de ces restes d'animaux de différentes façons, comme par exemple : 1° qu'ils proviennent d'animaux tombés accidentellement dans des crevasses ; 2° qu'ils sont le résultat de l'accumulation séculaire des os d'animaux qui ont vécu et sont morts sur le rocher. Ceux de ces os qui ont été entraînés dans les crevasses, auraient seuls échappé à l'action destructive du temps. L'auteur a déjà, en parlant de Santenay, donné des objections fatales à la première hypothèse. Quant à la seconde, il dit qu'il est improbable que tous les animaux dont on a trouvé les restes aient habité ensemble le rocher ; d'ailleurs, comment leurs ossements auraient-ils échappé à la dent des hyènes, et puis, ce n'est que dans de rares cas que les os portent les traces de l'action des agents atmosphériques auxquels ils auraient été exposés. Ici encore l'auteur ne voit d'explication que dans son hypothèse d'une submersion.

Outre les fissures, on a observé sur les pentes du rocher, ainsi qu'au-dessus d'un *raised beach*, des brèches formées de roches calcaires, dont la description coïncide point par point avec celle du *rubble drift* d'Angleterre. L'auteur considère aussi le *Older limestone agglomerate* et le *later limestone agglomerate* de Ramsay et Geikie comme étant du même âge et formés aussi par les eaux pendant le soulèvement des terres.

Enfin, voici comment il divise les couches quaternaires de Gibraltar : 1° *raised beaches* ; 2° brèches sur les pentes et dans les fissures ; 3° cavernes néolithiques.

L'auteur signale des *raised beaches* ou plages soulevées, des *fissures*

ossifères et des brèches ossifères sur les pentes des montagnes en Corse, en Sardaigne, dans les îles de Minorque et Majorque, ainsi qu'en Italie. Les fissures ossifères de la Corse et de la Sardaigne ont fourni des restes de l'homme, du *Lagomys corsicanus*, *Myoxus glis*, *Mus sylvaticus*, *Canis vulpes*, *Lacerta*, *Ovis musimon*, *Lepus*, *Testudo*, *Perdix*. Le *Lagomys* habite actuellement la Sibérie.

En divers points de l'Italie on a observé également des traces de soulèvement, tels que des *raised beaches* et des roches perforées par les *Lithodomes*. On a aussi signalé des fissures ossifères près de Vérone, Vicence, en Toscane et à Pise. Près de Spezzia il y a une fissure ossifère au haut d'un promontoire contenant des restes d'Hippopotames et de Cerfs.

En parlant de la Sicile, l'auteur remarque que, dans la Méditerranée, l'action volcanique a introduit de tout temps un élément de perturbation, qui ne permet pas d'employer l'uniformité de niveau comme preuve de contemporanéité du soulèvement.

Près de Syracuse il y a des cavernes avec restes d'Éléphants et d'Hippopotames. Mais les cavernes les plus intéressantes pour la question présente sont celles de Palerme, en Sicile, qui sont en connexion avec une brèche ossifère. Aussi l'auteur donne une description assez détaillée de la géologie et de la topographie des environs de cette ville. Une de ces cavernes, celle de San Ciro, ainsi qu'un grand amas de brèche à l'entrée, renfermait une immense quantité de restes d'Hippopotames, qui étaient en si bon état de conservation qu'on pouvait les tailler en ornement, et dont on en a enlevé, en peu de mois, vingt tonnes, qu'on dit avoir servi à la fabrication du noir animal. Ces restes ont appartenu à des individus à tous les états de croissance, depuis le fœtus jusqu'à l'adulte. Scina dit que tous les os étaient mêlés et brisés, quelques-uns roulés par les eaux, quoique le Dr Falconer ne mentionne pas ce dernier fait.

La masse de débris, à l'entrée des cavernes, présente plutôt les caractères du *Rubble-drift* d'Angleterre et des brèches ossifères, que ceux des dépôts des cavernes à ossements.

Les restes des animaux qu'on y a découverts se rapportent aux espèces suivantes : *Hippopotamus major* ; *H. Pentlandi* ; *Elephas antiquus* ; *Felis* ; *Canis* ; *Sus*, *Bos*, *Cervus*, *Ursus*. D'autres grottes dans les environs ont fourni des restes de *Hyaena*, ainsi que des os rongés. Quelques-unes de ces grottes sont à 100 pieds au-dessus de celle de San Ciro. A Maccagnone, près de Carini, il y a une brèche ossifère au pied de la caverne, qui contient aussi un grand nombre d'ossements d'Hippopotames.

Comment expliquer cette immense quantité d'ossements d'Hippopotames. Ils n'ont pu avoir été apportés par les fauves, car aucun des os n'a été rongé. Ceux, surtout, qui se trouvent en dehors de la caverne, comment auraient-ils échappé à la dent des Hyènes? Ils n'ont d'ailleurs pu avoir été transportés par l'action de la mer ou d'un cours d'eau, car ils ne sont pas roulés. Ils proviennent donc d'animaux qui ont dû périr à cet endroit; mais il est impossible de supposer que les animaux sont allés en ce point pour y mourir pendant une longue suite de temps. Les os seraient, dans ce cas, en divers états de décomposition, ce qui n'est pas le cas, et de plus, ils ne proviendraient pas d'animaux de tout âge. Selon l'auteur, une cause extraordinaire peut seule expliquer cette accumulation, et cette cause est la même que celle qui a produit le *rubble drift*; c'est-à-dire, une submersion des terres. Les animaux de San Ciro ont fui devant l'inondation jusqu'à ce que, arrêtés par l'amphithéâtre des falaises, les plus actifs et les plus légers d'entre eux ont seuls pu s'échapper, les autres ont péri sous les flots; et plus tard, quand le sol s'est élevé de nouveau, les eaux en s'écoulant ont entraîné une quantité de blocs de pierres et des masses de terre, qui, précipités sur les os, les ont brisés et mêlés, et tout cela s'est passé en peu de temps, car le *rubble drift* de Sicile présente les mêmes caractères que celui des autres localités. Enfin, pour expliquer comment de grands troupeaux d'Hippopotames ont pu vivre là, l'auteur donne des raisons pour croire, qu'avant la submersion, une grande étendue de terre ferme existait entre la Sicile et l'Italie, comme dans le détroit.

A Malte, il n'y a que peu de traces de *raised beaches*, mais les cavernes à ossements sont nombreuses et leur indépendance des brèches ossifères est mieux marquée qu'en Sicile. La faune de ces cavernes à l'époque du *rubble drift* est remarquable par sa spécialisation, comparée à la faune contemporaine de la Sicile et du continent, et elle prouve un long isolement, datant peut-être de l'époque tertiaire. On y remarque notamment plusieurs formes naines d'Éléphants et d'Hippopotames, tels que *Elephas melitensis*, *E. Falconeri*; *Hippopotamus pentlandi*, un éléphant de grande taille, *E. mnaidra*; *Myoxus melitensis*, *M. Cartei*, *Arvicola* et *Cygnus Falconeri* et *C. Olor*.

Les brèches qui appartiennent à une époque qui a suivi immédiatement celle des cavernes et qui contiennent les mêmes restes, se présentent de trois façons différentes : 1° dans les fissures; 2° dans des cavités ou creux à la surface du sol; 3° sur les pentes des collines et en bas des escarpements. Les ossements trouvés dans les brèches, bien que brisés et cassés, ne sont pas roulés. On a trouvé des carcasses entières

d'Éléphants dans les creux, ainsi que des crânes brisés par d'immenses blocs de pierres. A l'entrée des vallées et sur les pentes des collines, il y a aussi de grandes accumulations de débris anguleux, mêlés à de la terre rouge, dans lesquelles on a trouvé parfois des restes d'animaux. Ce dépôt, très semblable au *rubble drift* de Brighton, se rencontre jusqu'à toutes hauteurs, ce qui, avec d'autres faits, prouve que l'île a dû être complètement submergée, et à cet égard l'auteur fait la remarque qu'aucun des animaux du Quaternaire n'y a survécu jusqu'à nos jours.

En Carniole, en Istrie et en Dalmatie il y a aussi des brèches et des fissures ossifères qui occupent des points élevés; les îles Ioniennes n'en ont, par contre, pas fourni de traces.

L'auteur n'a pas étendu ses recherches sur le centre et l'est de l'Europe, mais il attire l'attention sur la grande hauteur et l'immense étendue des plaines recouvertes par le loess, qui sont fatales à la plupart des théories qu'on a imaginées pour en expliquer l'origine. Quelques auteurs rapportent les terres noires des steppes (Tchernozyém) à la même formation; toutes les deux peuvent représenter le dépôt d'eaux tourbeuses et dépourvues d'organismes pendant une inondation temporaire. Le temps nécessaire à l'écoulement d'une telle masse d'eau a dû, selon l'auteur, suffire à une aussi vaste sédimentation.

En Grèce, le *rubble drift* paraît être représenté par les alluvions anciennes de la Morée, qui recouvrent les vallées et les montagnes jusqu'à une grande hauteur, et seraient contemporaines des brèches ossifères avec lesquelles elles se confondent. On a aussi signalé des fissures ossifères, avec ossements humains, entre autres, au haut d'un plateau, sur l'île de Cerigo. Tous ces dépôts seraient dus au même phénomène de submersion.

L'île de Crète présente de nombreuses traces de soulèvement, même depuis les temps historiques. Un *raised beach* d'âge quaternaire s'élève à 65 pieds, et on a signalé, sur la même île, des brèches calcaires et de grandes accumulations de débris anguleux qui doivent probablement se rapporter au *rubble drift*.

En Turquie aussi, il y a, dans les Dardanelles, des traces d'un soulèvement de 40 pieds et on y a signalé des masses de drift, consistant en terres rouges contenant des cailloux et des blocs anguleux. En Roumélie il y a d'immenses dépôts de matières détritiques et en Macédoine les couches tertiaires et crétacées sont recouvertes d'alluvions anciennes, au-dessus desquelles le drift, rempli de débris de roches cristallines, forme des talus qui s'élèvent à une hauteur de 200 à 300 pieds sur le flanc des montagnes. On a aussi signalé des dépôts analogues en Albanie.

En Asie mineure, dans l'île de Rhodes, il y a des brèches à une assez grande hauteur, et à Beyrouth il y a aussi des brèches ossifères, quoique, d'après Tchichacheff, les dépôts quaternaires y soient bien plus rares qu'en Europe.

La Troade possède des *raised beaches* et dans les plaines de Tchoukour il y a des montagnes isolées couvertes de gravier et de sable contenant des coquilles récentes qui pourraient bien, selon l'auteur, représenter le *rubble drift*.

A Chypre il y a un cordon littoral quaternaire tout autour de l'île ; il mesure de 3 à 30 pieds d'élévation et est composé de sable coquillier et de cailloux ; mais l'auteur ne reconnaît pas, dans la description donnée par M. Gaudry, qu'il puisse correspondre au *rubble drift*, et il est porté à croire que l'île n'a pas été complètement submergée.

La Syrie du Nord présente aussi des traces d'un soulèvement de 150 à 250 pieds. En Palestine, le chanoine Tristram a signalé des brèches avec éclats de silex et des ossements de Bison, de Cerf, de Renne et d'Élan. On y observe aussi des blocs anguleux répandus partout à la surface du sol et de vastes monticules d'un conglomérat tendre, contenant des coquilles d'espèces récentes ; mais leur âge est incertain.

Les *raised beaches* sont aussi nombreux en Palestine ; quelques-uns pourraient dater du quaternaire. MM. Hull et Lartet y ont aussi signalé des dépôts clastiques erratiques. On a découvert dans la vallée de Nahr-el-Kelb une caverne aux ossements d'espèces encore vivantes dans la région, et au-dessus de laquelle il y avait une brèche calcaire contenant la même faune. Les restes d'animaux éteints sont excessivement rares dans ces régions. Le professeur Hull a décrit une quantité de *raised beaches* et il croit qu'il y a eu une submersion d'au moins 220 pieds depuis l'époque miocène.

L'auteur conclut que le *rubble drift* et les brèches ossifères, si répandus dans l'Europe occidentale, dans la Grèce et la Crète, deviennent moins fréquents vers l'est et ne sont que peu développés en Syrie, et, ce qui est plus remarquable, que les fissures ossifères y manquent complètement.

Sur les côtes nord de l'Afrique il y a, en face de Gibraltar, des traces de soulèvement ; entre autres à Tanger, où l'on observe une terrasse marine avec des restes d'*Elephas antiquus*. On a aussi signalé de larges fissures ossifères près de Tétouan.

A Oran il y a des *raised beaches* s'élevant à 200 et 600 pieds, et les alluvions quaternaires y sont très développées ; malheureusement les détails manquent sur ces formations, ainsi que sur les fissures ossifères qu'on a découvertes dans ces régions.

Alger possède aussi des *raised beaches* et une caverne à ossements situés à 132 mètres de hauteur, dont l'ouverture était obstruée par une brèche argileuse avec ossements de mammifères. Trois autres cavernes sont mentionnées dans la même province, dont l'une, qui pourrait bien être une fissure ossifère, contient une brèche avec ossements et instruments en silex, sous une couche de stalagmite. D'autres cavernes ont fourni des os humains et ceux de *Felis*, *Bos*, *Cervus*, *Ovis*, *Capra*, *Leo*, *Antilope*. Il y aussi de nombreuses brèches, mais sans ossements.

A Constantine on a découvert des restes de mammifères quaternaires, mais il n'y a ni cavernes ni fissures dans les environs de cette ville, quoique Coquand ait décrit un dépôt qui pourrait bien se rapporter au *rubble drift*. Un *raised beach*, au nord de Monastir, s'élève à plus de 20 mètres et M. Pomel a décrit le pays plus au sud, comme consistant en collines crétacées ondulées et enveloppées d'une mer de drift quaternaire, avec coquilles terrestres, qui, à l'intérieur, s'élève comme le *rubble drift*, à plus de 60 mètres sur les flancs des collines. A Gabès on a signalé un conglomérat formé de roches du pays.

La conclusion que l'auteur tire de ces faits est que quelque imparfaites que soient les preuves de submersion sur les côtes d'Afrique, tout semble prouver que, comme sur les côtes de l'Asie mineure, la profondeur de cette submersion est allée en décroissant vers l'est; mais il faudrait encore des recherches pour la tracer vers le nord-est.

En Égypte il n'y a pas de preuves bien évidentes de submersion. On n'y a pas découvert de brèches ni de fissures ossifères correspondant à celles des autres côtes de la Méditerranée. On a pourtant signalé quelques terrasses élevées dans la Basse Égypte qui représentent les premiers stades de submersion et correspondent aux *raised beaches* les plus élevés de la Méditerranée; mais il n'y a rien qu'on puisse rapporter au *Rubble-drift*.

Les plus profonds sondages qui aient été faits en Égypte n'ont pas rencontré de couches analogues au gravier qui sépare, en Europe, les dépôts quaternaires des dépôts néolithiques.

Cependant il y a eu, dans ce pays, un mouvement lent d'abaissement, qui, plus tard, a submergé les sédiments du Nil, à une profondeur correspondant à leur épaisseur, mouvement dont on a évalué la durée à 13500 ans. Il est probable, néanmoins, que l'homme paléolithique a existé en Égypte, car on y a trouvé des silex taillés semblables à ceux des vallées de la Tamise et de la Somme. Il se pourrait que la présence en Égypte, jusque dans les temps historiques, de plusieurs animaux qui ont disparu de l'Europe à l'époque du *rubble drift* soit aussi une preuve que la submersion de l'Europe ne s'est pas étendue jusqu'à ce pays.

CONCLUSIONS

L'auteur termine son travail en exposant les résultats auxquels il est arrivé et qui peuvent être résumés comme suit : Les progrès de la géologie ont établi de l'ordre dans la confusion apparente des dépôts superficiels qui recouvrent le continent ; et ils ont fait connaître des agents capables d'expliquer la formation de la plupart d'entre eux ; tels que : les actions glaciaires, fluviales et météoriques, au lieu de les attribuer tous, comme l'avaient fait les anciens géologues, à l'action transitoire de l'eau du déluge. Mais, malgré cela, il reste un résidu, qui ne peut s'expliquer que par cette dernière hypothèse, et c'est ce résidu que l'auteur a appelé *Rubble drift*, terme qu'il a préféré à celui de *Diluvium*, afin d'éviter toute confusion.

L'auteur prévoit les objections graves qu'on lui présentera et répond d'avance à quelques-unes d'entre elles. C'est ainsi qu'il prévient celles que lui susciteront les disciples de l'école des causes actuelles, en insistant sur la brièveté du temps sur lequel s'étend notre expérience : 2000 ans tout au plus. Comment appliquer une expérience d'aussi courte durée à un passé illimité ? Tout en admettant la permanence des lois de la nature, les effets résultant de leur opération ont pu varier en intensité.

Quant aux objections tirées de la rigidité et de la grande épaisseur de l'écorce terrestre, l'auteur fait remarquer que la démonstration de ce fait dépend des expériences fort délicates, et que d'ailleurs les phénomènes géologiques sont opposés à cette rigidité, comme le prouve la grande hauteur de certains *raised beaches* au-dessus du niveau actuel de la mer. Quelle que soit, par exemple, l'interprétation qu'on donne de la présence de coquilles marines à 1300 pieds de hauteur sur le Moel-Tryfan, il est incontestable que les *raised beaches* de Norvège s'élèvent à 200 et à 600 pieds au-dessus du niveau actuel de la mer.

Une objection plus sérieuse pourrait être tirée de l'absence de coquilles marines dans ces dépôts, mais ce fait s'expliquerait facilement selon l'auteur, par la courte durée du phénomène.

Il laisse aux naturalistes le soin d'étudier les effets qu'une telle submersion pourrait avoir sur la faune et la flore, dont une partie a été sauvée sur les hautes crêtes et d'où elles sont répandues, comme centres, après le soulèvement. C'est à savoir jusqu'à quel point cette étude confirmerait son hypothèse.

Toutes les phases de *rubble drift* présentent des caractères communs, qui sont : 1^o l'absence d'usure des éléments, qui n'ont pu être

transportés qu'à une faible distance; 2° l'état de conservation des restes d'animaux qui s'y trouvent, qui sont fracturés et brisés, mais qui ne sont presque jamais ni usés ni rongés, et souvent très frais; 3° tous ces éléments proviennent de centres locaux. Tous ces caractères peuvent s'expliquer par *une submersion suivie d'une réélévation du sol après un certain laps de temps*, et c'est la conclusion qui s'est imposée à l'auteur.

Une autre conclusion importante se rattache à cette question, c'est que la durée du temps qui s'est écoulé depuis la fin de l'époque glaciaire jusqu'aux alluvions récents est bien plus courte que ne l'avait pensé Croll, qui évaluait cette durée à 80,000 ans. La position et le caractère du *rubble drift* montrent que la transition entre les dépôts post-glaciaires et les alluvions modernes est très rapide et qu'il y a absence de sédimentation ou de quoi que ce soit, pour indiquer un long laps de temps entre les deux séries. D'ailleurs, d'après l'hypothèse de Croll, l'homme aurait dû rester stationnaire pendant une durée de temps immense. Mais comment admettre que l'homme, qui avait fait de si grands progrès depuis les grossiers outils des plateaux de la craie jusqu'aux outils des graviers plus récents des vallées, et qui avait atteint, pendant la même période de temps, la perfection dans son outillage, révélée par les cavernes de France et de Belgique, soit resté à peu près stationnaire pendant 70,000 ans, entre la fin de l'époque glaciaire et l'époque néolithique.

Nous pouvons ajouter pour finir que le travail du Professeur Prestwich contient de nombreuses coupes et est accompagné d'une carte de l'Europe, où sont marqués tous les points intéressants.

R. S.

SÉANCE MENSUELLE DU 27 FÉVRIER 1894.

Présidence de M. G. Jottrand.

La séance est ouverte à 8 h. quarante.

Correspondance.

M. le Prof. *J. Gosselet* remercie pour sa nomination en qualité de Vice-Président de la Société et exprime, en réponse aux félicitations qu'il a reçues à ce sujet, le plaisir qu'il a de pouvoir collaborer à la Carte géologique de Belgique.

M. *E. Delheid* remercie pour sa nomination en qualité de membre effectif.

M. *Th. Daumers* remercie pour les zincs que la Société a fait préparer pour être mis à sa disposition en faveur du Résumé du *Cours de Géologie* professé par M. L. Dollo à l'Université de Bruxelles et qui a été, grâce à ce concours, publié dans des conditions très favorables dans le journal *L'Enseignement pratique*, dont M. Daumers est secrétaire.

La *Société royale de Médecine publique* demande l'échange des publications (*Accordé*).

Le Comité général d'organisation du Congrès géologique international (6^e session, de Zurich) envoie des circulaires fournissant tous les détails nécessaires pour l'adhésion et la coopération des géologues aux travaux, réunions et exercices du Congrès. — Un résumé de ces renseignements sera publié et annexé au Procès-Verbal de la séance.

Dons et envois reçus.

De la part des auteurs.

- 1819 **Lambert (G.)**. *Distribution d'eau souterraine à Bruxelles*. Bruxelles, 1894. Br. in-8°, 36 pages et 1 carte, 2 exemplaires.
Lancaster (A.). *Le climat de la Belgique en 1893*. Extr. in-8°, 184 pages, 2 pl. Bruxelles, 1893.

Périodique nouveau.

1820 *University of California. — Bulletin of the Department of Geology*. Vol. I, Berkeley, 1893.

Présentation de nouveaux membres.

Est présenté en qualité de membre effectif :

M. V. PIERRET, Ingénieur provincial en chef du Brabant à Bruxelles.

Élection de nouveaux membres.

Est élu en qualité de membre associé, sur la présentation de MM. Van den Broeck et Rutot.

M. Emile THOMAS, Ingénieur, 23, rue de Terre-Neuve, à Bruxelles.

Question du local.

A la suite d'une discussion sur le choix du nouveau local, discussion à laquelle prennent part MM. le Président, le Secrétaire, Flamache et Dollo, il est décidé, qu'en attendant les propositions définitives annoncées par la *Société belge des Ingénieurs et des Industriels* au sujet de l'affiliation éventuelle de la Société belge de Géologie dans les locaux de l'Hôtel de Ravenstein, où l'hospitalité nous est offerte, il y a lieu de profiter du bon vouloir de l'*Université libre*, qui nous offre également un local pour nos réunions et séances.

Le Bureau est chargé des négociations relatives à cette question.

L'*Assemblée* autorise ensuite le Bureau à effectuer une dépense d'une cinquantaine de francs pour un tirage à 500 exemplaires, destinés à l'Exposition d'Anvers, des Procès-Verbaux des deux séances d'hydrologie des 6 avril et 13 juin derniers. Ces Procès-Verbaux seront distribués, comme élément de propagande et moyennant une légère rétribution, aux visiteurs de l'Exposition de la Société.

M. L. Dollo signale l'apparition d'un intéressant livre de notre confrère M. le Dr PAUL PELSENEER intitulé : *Introduction à l'étude des Mollusques*.

On sait, dit-il, que M. P. Pelseneer est, actuellement, de l'aveu de tous, le spécialiste le plus compétent en ce qui regarde l'anatomie des Mollusques (1).

Inutile, dès lors, d'insister sur la valeur du livre, quant au fond.

Pour ce qui est de la forme, M. Dollo loue particulièrement l'excellente ordonnance, la clarté et la concision du texte; la discrimination dans le choix des figures et la netteté de celles-ci, dont bon nombre sont originales.

Enfin, le volume en question est au courant des dernières découvertes, et la bibliographie y est complète et soignée.

Somme toute, l'ouvrage de M. P. Pelseneer est indiscutablement le meilleur manuel pour l'étude des Mollusques.

Il est indispensable au paléontologiste comme au zoologiste.

Communications des membres.

M. L. Dollo fait deux communications orales dont il a envoyé le résumé suivant.

1^o L. DOLLO. — **L'Ichthyosaure d'Arlon.**

L'auteur, au nom de tous les paléontologistes, adresse, d'abord, les plus vives félicitations et les plus sincères remerciements à M. Lechien, Ingénieur en chef des Chemins de fer de l'État, à Arlon, pour la sagacité, la persévérance et l'énergie qu'il a montrées dans la découverte et l'extraction des débris de l'Ichthyosaure d'Arlon.

M. Dollo annonce ensuite qu'il vient de procéder aux recherches nécessaires à la reconstitution de la pièce, malheureusement très incomplète et très fragmentaire.

Il la rapporte à l'*Ichthyosaurus platyodon* de Conybeare, espèce connue depuis longtemps par des animaux entiers.

L'*Ichthyosaurus platyodon* n'a été rencontré, jusqu'à présent, que dans le Lias inférieur [α].

A cette occasion, M. Dollo présente un tableau de l'état actuel des idées sur les Ichthyosauriens.

(1) L'Angleterre, qui lui avait déjà confié le soin de préparer diverses monographies dans la *Zoology* du *Challenger*, vient encore de lui rendre hommage en le chargeant d'achever, pour le même recueil, les travaux sur la *Spirule*, qui avaient été abandonnés par l'illustre Huxley, à cause du mauvais état de sa santé.

2° L. DOLLO. — **Un Insecte géant.**

L'auteur appelle l'attention de l'assemblée sur une note de M. S. H. Scudder, relative aux Insectes carbonifères de Commentry (*Amer. Journ. Sc.* 1894).

Il insiste particulièrement sur un type précurseur des « demoiselles », qui avait 70 centimètres d'envergure.

C'est le géant des Insectes.

3° M. Ad. Lechien a envoyé la note ci-dessous :

SUR LA DÉCOUVERTE
D'UN
ICHTHYOSAURE DE GRANDE TAILLE
A ARLON

PAR

M. A. Lechien

Ingénieur en chef aux Chemins de fer de l'Etat.

A. HISTORIQUE DES RECHERCHES.

En juillet 1893, au moment où le personnel de la voie allait commencer l'enlèvement des terres provenant de petits éboulements survenus pendant le courant de l'hiver 1892-93 dans la tranchée de Stockem, près d'Arlon, le chef piocheur du chemin de fer découvrit quelques dents fossiles et m'en fit remettre un exemplaire.

Je me rendis sur place et y trouvai, au milieu des terres ébouées, une grande quantité de débris fossiles ; en même temps je constatai que d'autres ossements existaient encore en place, dans la partie non ébouée du talus du chemin de fer.

Dès ce moment, j'avais la certitude que je me trouvais en présence d'un saurien jurassique.

Je m'empressai de donner connaissance de cette découverte à notre collègue M. Dupont, Directeur du Musée Royal d'histoire naturelle de Belgique, et je lui fis voir les dents exhumées. Il déclara qu'elles avaient appartenu à un Ichthyosaure. Nous étions en ce moment à la veille de l'excursion générale de la Société.

Il fut convenu qu'aussitôt celle-ci terminée, M. Dupont viendrait à Arlon avec des agents spéciaux, pour faire des fouilles en vue de découvrir et d'enlever les restes du monstre jurassique. Les ossements trouvés en premier lieu appartenaient pour la plupart à la tête et occupaient la place marquée I à la figure 1 ci-contre. Après leur enlèvement, les fouilles furent continuées sans succès autour de leur emplacement, sur une largeur de un à deux mètres.

Les ossements I se trouvaient à deux mètres environ de profondeur et affleuraient dans le talus de la tranchée. Leur orientation indiquait que la tête visée ci-dessus était légèrement inclinée par rapport au rail du chemin de fer, et que le restant du corps, si l'animal n'avait pas été disloqué dans les temps géologiques, avait dû être enlevé en mai-juin 1892, lors de l'élargissement de la tranchée longeant sa sépulture.

Malheureusement les terres enlevées en cet endroit, et qui cubaient environ 500^m³, avaient été transportées en plusieurs fois à la station de Habay et en même temps que 50.000^m³ environ de terres provenant du nettoyage et de l'élargissement des autres tranchées de la ligne du Luxembourg. Toutes ces terres, d'origines diverses, ont été déchargées et mélangées au fur et à mesure de leur arrivée à Habay, pour former le terre-plein d'une voie de garage.

J'interrogeai les agents du chemin de fer qui avaient participé au chargement et au déchargement des terres en question, mais personne ne put me dire l'endroit où avaient été déversées celles de la tranchée de Stockem.

Je me rendis néanmoins à Habay avec les agents du Musée, et nous y découvrîmes, au bout de quelques heures, deux dents et quelques débris de mâchoire : nous avons eu la chance de tomber sur un wagon de terres provenant de Stockem.

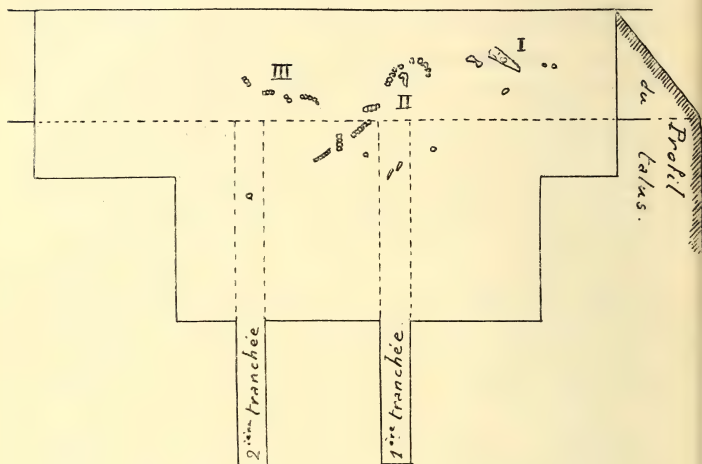
Les fouilles à Habay furent ensuite continuées pendant plusieurs jours, mais ces dernières restèrent complètement infructueuses.

Déçu de ce côté, je suivis une autre piste : l'animal n'avait-il pas été disloqué à l'époque jurassique ? Dans ce cas, ses restes pouvaient encore se trouver éparpillés à Stockem dans le terrain du chemin du fer ou dans celui du riverain.

J'avais déjà eu cette pensée, mais une première recherche faite à trois mètres au delà vers Arlon, de l'endroit occupé par la tête, n'avait amené aucun résultat.

Je fis donc tenter un nouvel essai, qui amena la découverte des ossements (principalement des vertèbres caudales) occupant l'emplacement marqué II au croquis.

En élargissant la fouille, les ossements III purent être enlevés.

FIG. 1. — *Plan de la répartition des ossements de l'Ichthyosaure.*

Croyant alors que nous possédions presque tout l'animal et ne découvrant plus rien en cet endroit, je fis arrêter le travail des recherches.

Le dépouillement des restes du saurien envoyés au Musée montra que le thorax faisait presque complètement défaut.

On possédait en ce moment environ les deux tiers de la tête, une quarantaine de vertèbres (caudales pour la plupart) et une partie des rames.

Il fut convenu avec M. Dupont que de nouvelles recherches seraient faites dans le terrain longeant le chemin de fer, et j'obtins du propriétaire, moyennant indemnité, l'autorisation nécessaire à cette fin.

Deux tranchées furent successivement ouvertes et élargies ensuite en partie, mais elles ne nous donnèrent que les quelques ossements épars renseignés au croquis (fig. 1).

Bientôt les pluies firent abandonner les travaux et ils ne pourront être repris qu'au commencement de l'été prochain.

B. COUPE GÉOLOGIQUE DE LA TRANCHÉE DE STOCKEM-ARLON.

Comme le montrent les fig. 2 et 3 ci-contre, l'Ichthyosaure a été découvert à la base d'une couche d'argile sableuse renfermant des bancs durcis de grès calcaireux, fossilifères et oolithiques.

Cette argile sableuse est surmontée, mais tout à fait localement, d'une couche d'argile plastique complètement dépourvue de fossiles. A mon avis, cette argile plastique n'est qu'une partie de l'argile sableuse, altérée par les infiltrations des eaux pluviales.

Sous l'argile sableuse se trouve une assise de sable visible sur une faible épaisseur, ce qui ne m'a pas permis d'y découvrir des fossiles. Un sondage a montré qu'elle avait au moins six mètres d'épaisseur. MM. Terquem et Piette annexent une coupe géologique du chemin de fer du Luxembourg entre Arlon et Fouches à leur note sur le lias inférieur de la Meurthe, de la Moselle, du Grand Duché de Luxembourg, de la Belgique, de la Meuse et des Ardennes. (Voir *Bull. de la Société Géologique de France*, 1862, t. XIX, p. 322.)

Ces géologues classent dans la marne de Strassen l'argile sableuse dont il s'agit ci-dessus; leur coupe ne mentionne pas l'argile plastique, qu'ils considèrent donc tacitement comme faisant partie de l'argile sableuse.

M. Dewalque renseigne également ces argiles comme appartenant à la marne de Strassen, sur sa carte géologique des environs d'Arlon, annexée à une note intitulée : « Observations critiques sur l'âge des grès liasiques du Luxembourg. »

Les fossiles recueillis dans les bancs, légèrement durcis, accompagnant l'argile sableuse à Ichthyosaure sont en assez mauvais état de conservation et pas faciles à déterminer. La plupart ne consistent qu'en empreintes, par suite d'une certaine décalcarisation du dépôt, due aux eaux météoriques d'infiltration.

M. Purves, Conservateur au Musée d'Histoire naturelle de Bruxelles, les a examinés et y a observé une vingtaine de formes distinctes, dont l'une paraît nouvelle pour la science (des empreintes de *Vola* de petite taille) et dont neuf seulement peuvent être déterminées sans crainte d'erreur. Les onze autres formes se rapportent aux genres : *Belemnites*, *Ammonites*, *Ostrea* (2 espèces), *Cardinia* (2 espèces), *Pecten*, *Vola*, *Nucula*, *Rynchonella* et un lamellibranche dont le genre n'a pu être reconnu.

La Bélemnite, représentée par 3 fragments, avait paru d'abord

FIG. 2. — Coupe générale de la tranchée de Stockem-Arlon.

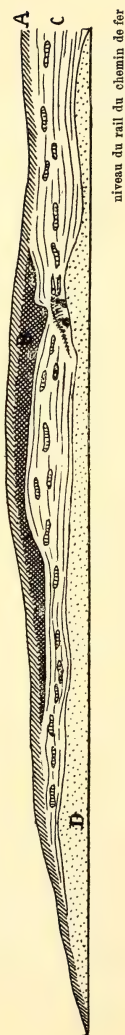
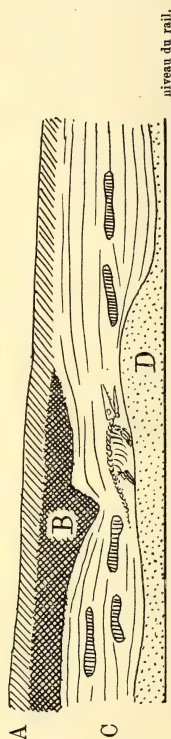


FIG. 3. — Coupe détaillée du point de la tranchée où a été trouvé l'Ichthyosaure.



LÉGENDE DES COUPES FIG. 2 ET 3.

A. Terre arable.

B. Argile plastique, altération du sommet de C.

C. Argile plastique avec bancs durcis de grès calcaireux oolithiques.

D. Sable, visible sur une faible épaisseur seulement.

LIAS MOYEN

Grès de Virton

pouvoir se rapporter au *B. acutus* et l'Ammonite au *B. bisulcatus*; mais de telles assimilations seraient assez hasardées et en désaccord d'ailleurs, comme on va le voir, avec le facies faunique indiqué par le restant de la faunule du dépôt.

Après une étude minutieuse des échantillons, il reste, bien établies, les 9 espèces suivantes dont nous indiquons, outre le degré d'abondance dans l'argile à Ichthyosaure, la répartition dans le niveau de la marne de Strassen et dans le grès de Virton.

		VIRTON	STRASSEN
<i>Ammonites obtusus</i> , Sow. ?	abondante	×	o
<i>Ostrea cymbium</i> Lm. ?	rare	×	o
<i>Pecten textorius</i> , Schl.	assez abond.	×	×
<i>Pecten acuticosta</i> , Lm.	rare	×	o
<i>Pecten disciformis</i> , Scholt.	assez rare	×	?
<i>Avicula Sinemuriensis</i> , d'Orb.	abondante	×	×
<i>Spiriferina Walcottii</i> , Sow. ?	abondante	o	×
<i>Spiriferina rostrata</i> , Schl.	rare	×	o
<i>Rhynchonella tetraedra</i> , Sow.	assez rare	×	o
soit neuf espèces déterminées		8	3

Il résulte de cette liste que l'une des espèces à détermination douteuse (rapportée d'ailleurs par M. Dormal à *Sp. Munsteri*), le *Spiriferina Walcottii* serait justement seule caractéristique de la marne de Strassen.

Les deux autres espèces qui se retrouvent positivement à ce dernier niveau font aussi partie de la faune du grès de Virton.

Sur les neuf espèces nettement déterminées, huit font partie de la faune du Virtonien, soit du *Lias moyen*, alors que nous n'en trouvons que trois descendant dans la marne de Strassen ou du *Lias inférieur*.

Contrairement donc à l'opinion des géologues précités, l'Ichthyosaure d'Arlon (1) se rapporterait, d'après ces données paléontologiques, au *Lias moyen* et non au *Lias inférieur* et appartiendrait à l'horizon géologique de l'étage virtonien. C'est là un point intéressant à élucider.

Je crois encore devoir attirer l'attention de mes collègues sur une

(1) Dans une communication faite par M. L. Dollo, Conservateur au Musée d'Histoire Naturelle de Bruxelles, à la même séance du 27 février 1894, ce naturaliste le rapporte à l'*Ichthyosaurus platyodon* de Conybear, recueilli dans le Lias inférieur d'Angleterre.

(Note ajoutée pendant l'impression.)

constatation que j'ai faite au sujet du gisement de l'Ichthyosaure d'Arlon et qui confirme les données paléontologiques qui précèdent.

L'argile sableuse de Stockem, où l'Ichthyosaure fut trouvé, est à une altitude de 380 mètres.

La première tranchée du chemin de fer vers Luxembourg au delà de la route de Longwy est à une altitude variant de 390 à 400 mètres; elle laisse voir une roche identique à celle de la tranchée de Stockem (argile sableuse avec bancs durs de grès calcaireux). Elle est suivie d'une autre tranchée, à l'altitude de 380 mètres, creusée dans une couche de sable semblable à celui trouvé à Stockem sous la couche contenant l'Ichthyosaure.

Enfin la troisième tranchée, au delà de la route de Longwy, à l'altitude de 375 mètres, montre d'épais bancs de grès calcaireux séparés par de minces couches de sable.

Dans la deuxième tranchée visée ci-dessus, je n'ai pas recueilli de fossiles, mais la première et la troisième en renferment un grand nombre démontrant qu'on se trouve là en plein « Grès de Virton ».

Les roches des première et troisième tranchées appartenant à la même assise géologique, il en est donc de même de celle de la deuxième tranchée, cette dernière passant en dessous de la première et au-dessus de la troisième.

Enfin, si l'on retourne vers Bruxelles, après avoir franchi le point d'arrêt de Stockem, on retrouve encore une fois, à l'altitude de 360 mètres, une roche argilo-sableuse avec bancs durs de grès calcaireux appartenant au Grès de Virton.

A moins d'admettre, dans la région englobant ces observations, des failles, dont aucun indice ne permet d'invoquer la présence, il me paraît difficile d'admettre que la tranchée où a été trouvé l'Ichthyosaure puisse appartenir à une autre formation que celle du *grès de Virton*.

Je pense donc que *l'âge liasien moyen* de cet intéressant fossile pourrait être admis sans sérieuse contestation.

La séance est levée à 10 heures trois quarts.

NOUVELLES ET INFORMATIONS DIVERSES

CONGRÈS GÉOLOGIQUE INTERNATIONAL

SESSION DE ZURICH

AOÛT-SEPTEMBRE 1894

(Extrait des documents et circulaires du Comité d'organisation.)

Le Comité d'organisation, référant à sa circulaire de février 1892, a l'honneur d'inviter les géologues de toutes nationalités à participer au 6^e Congrès international, qui aura lieu cet été en Suisse, conformément à la décision prise dans la 5^e Session, à Washington.

Les séances auront lieu à *Zurich, du 29 août au 2 septembre*. Outre les assemblées générales du Congrès, il y aura des *séances de sections*, simultanées, dans lesquelles seront traitées des questions d'un intérêt plus spécial, savoir :

- 1^{re} section, — Géologie générale, Tectonique, etc.
- 2^{de} » — Stratigraphie et Paléontologie.
- 3^e » — Minéralogie et Pétrographie.

Les géologues qui auraient des travaux à présenter dans ces séances sont priés d'en aviser le Bureau, en lui envoyant un *court résumé* du sujet qu'ils se proposent de traiter. On ne pourra accepter que des communications d'un intérêt général pour telle ou telle branche, à l'exclusion de toute description purement locale. La nature des sujets, le nombre des demandes et le temps disponible guideront le Comité dans le choix à faire.

Des locaux seront mis à la disposition des *membres du Congrès*, pour y installer les objets qu'ils voudraient exposer : Cartes géologiques, profils, reliefs, échantillons, matériel d'enseignement géologique, etc. — S'adresser pour cela à *M. le prof. Alb. Heim, à Zurich*.

La cotisation à payer pour participer à ce 6^e Congrès est fixée à *vingt-cinq francs* (25 fr. = 20 M., = 1 L = 5 dollars). — Cette somme doit être adressée par *mandat postal* au caissier :

M. CASP. ESCHER-HESS, *Bahnhofstrasse, ZURICH*,

qui en accusera réception immédiatement, par l'envoi d'une *Carte de membre*, servant de récépissé.

Chaque membre inscrit recevra régulièrement, à l'adresse qu'il aura indiquée, les futures circulaires, qui lui donneront des renseignements plus détaillés sur les séances, les logements, les excursions, etc. Il recevra également, après sa publication, le volume rendant compte du Congrès.

Le Comité offre au choix des congressistes deux sortes d'excursions, qui auront lieu simultanément : 1° avant la session de Zurich, dans le *Jura* ; 2° après la session, dans les *Alpes*, avec convergence à *Lugano*, où aura lieu, le 16 septembre, la clôture du Congrès,

EXCURSIONS

A. *Excursions pédestres*. — Celles-ci ont pour but d'étudier plus en détail une certaine région, soit du Jura, soit des Alpes, en la parcourant à pied, sous la conduite d'un géologue du pays. Ce genre d'excursion n'est praticable que pour un nombre restreint de participants, habitués aux marches prolongées et aux ascensions, ne craignant pas de coucher à la dure, et de vivre frugalement. Il exige aussi une certaine discipline quasi-militaire. Chaque participant devra s'engager à se conformer strictement aux directions du *conducteur de l'excursion*, sauf recours à l'Assemblée générale des participants. Tous les frais seront payés en commun, moyennant des appels de fonds, égaux pour tous. La part de frais du *conducteur*, et cas échéant d'un *assistant*, seront prélevés sur la masse

B. *Voyages circulaires*. — L'objet de ces voyages est de montrer aux congressistes les divers caractères, soit du Jura, soit des Alpes, et les points géologiques les plus intéressants, accessibles aux petits marcheurs. Le trajet se fera par chemins de fer, bateaux à vapeur, voitures, avec quelques courtes excursions à pied, qu'il sera toujours possible d'éviter, ou de faire à cheval. Ici les participants peuvent être beaucoup plus nombreux et sont tout à fait libres de leurs allures.

L'entreprise matérielle de ces voyages a été confiée à une *agence suisse*, qui se charge de tous les frais à forfait, moyennant une somme fixe, payée d'avance par chaque participant. Nous renvoyons pour les détails au *prospectus* de MM. RUFFIEUX et RUCHONNET, à Lausanne, que nous pouvons recommander en toute confiance.

MM. RENEVIER et GOLLIEZ, professeurs à l'Université de Lausanne, ont assumé la responsabilité scientifique de ces voyages, mais ils seront assistés par des géologues locaux des diverses régions parcourues.

PROGRAMMES SOMMAIRES

La date des *Rendez-vous* est seule définitive. Le nombre des journées de course et leurs dates pourront être modifiées, suivant le temps et les circonstances, par entente entre les participants et le conducteur de chaque excursion.

1° *Excursions pédestres dans le Jura, avant la session de Zurich.*

A. I. *Excursion de M. Schardt* (1). — M. le Dr H. Schardt, professeur au collège de Montreux, conduira une excursion de 6 jours, dans la partie du *Jura français* qui avoisine Genève. — Coût approximatif : 50 francs. — *Rendez-vous à Genève, le mardi soir 21 août.*

A. II. *Excursion de M. Jaccard*. — M. le Dr Aug. Jaccard, professeur à l'Académie de Neuchâtel, conduira une excursion de 5 jours, dans le *Jura vaudois et neuchâtelois*. — Coût approximatif : 50 fr. — *Rendez-vous à Pontarlier, le mercredi soir 22 août.*

(1) Pour l'itinéraire détaillé de chacune des excursions pédestres, énumérées ci-après, s'adresser au Secrétariat de la Société belge de Géologie, 39, *Place de l'Industrie*, à Bruxelles.

A. III. *Excursion de M. Rollier.* — M. Louis Rollier, géologue à Bienne, conduira une excursion de 6 jours, dans le *Jura bernois*. — Coût approximatif : 60 francs. — *Rendez-vous à Delémont, le mardi soir 21 août.*

A. IV. *Excursion de M. Schmidt.* — M. le Dr C. Schmidt, professeur à l'Université de Bâle, conduira une excursion de 5 jours dans les environs de Bâle et l'est du *Jura argovien*. — Coût approximatif : 60 francs. — *Rendez-vous à Bâle, le mardi soir 21 août.*

A. V. *Excursion de M. Mühlberg.* — M. le Dr Mühlberg, professeur au Gymnase d'Aarau, conduira une excursion de 5 jours dans le *Jura argovien* et *soleurois*. — Coût approximatif : 50 francs. — *Rendez-vous à Aarau, le jeudi soir 23 août.*

2° Excursions pédestres dans les Alpes, après la session de Zurich.

A. VII. *Excursion de M. Heim.* — M. le Dr Alb. Heim, professeur au Polytechnikum et à l'Université de Zurich, conduira une excursion au travers des *Alpes orientales* de la Suisse, de St-Gall au Tessin. — Coût approximatif : 200 francs

A. VIII. *Excursion de M. Schmidt.* — M. le Dr C. Schmidt, professeur à l'Université de Bâle, conduira une excursion au travers des *Alpes centrales*, de Zurich à Lugano. — Coût approximatif : 250 francs.

A. IX. *Excursion de M. Baltzer.* — M. le Dr A. Baltzer, professeur à l'Université de Berne, conduira une excursion au travers des *Alpes bernoises*, de Lucerne au Tessin. Coût approximatif : 150 francs.

A. X. *Excursion de M. Schardt.* — M. le Dr H. Schardt, professeur au Collège de Montreux, conduira une excursion au travers des *Alpes occidentales* de la Suisse, de Bulle à Domo-d'Ossola. — Coût approximatif : 150 francs.

3° Voyages circulaires, avant et après la session.

Sous la direction scientifique de MM. RENEVIER et GOLLIEZ, professeurs à l'Université de Lausanne.

B. VI. *Dans le Jura, avant la session.* — Voyage en zig-zag de 13 jours. — Prix fixe : 300 francs. — Pour les détails, voir le prospectus de l'agence RUFFIEUX et RUCHONNET. — *Rendez-vous à Genève, le mercredi 15 août.*

B. XI. *Dans les Alpes, après la session.* — Voyage en zig-zag de 13 jours. — Prix fixe : 400 francs. — Pour les détails, voir le prospectus de l'agence RUFFIEUX et RUCHONNET.

4° Excursions supplémentaires.

Quelques autres excursions sont encore offertes aux congressistes, à titre officieux, après la clôture du Congrès à Lugano.

1° M. le prof. Dr C. SCHMIDT offre de conduire les amateurs dans les environs de Lugano et dans la Brianza. 2° M. le prof. L. DUPARC, de l'Université de Genève, offre une excursion de 8 à 10 jours dans les massifs du Mont-Blanc et des Aiguilles-Rouges, avec retour sur Genève par les Hautes-Alpes calcaires. 3° En vue d'étudier la série complète des formations glaciaires alpines, MM. prof Dr Ed. BRUCKNER, Dr L. DU PASQUIER et prof. Dr A. PENCK conduiraient les glacialistes aux moraines des lacs italiens, et de là par le Tyrol (Pianico, Val de Chiese, Innsbruck, Hötting) à

Munich, et éventuellement au Lac de Constance. — Durée jusqu'à Munich, 8 jours. — Coût approximatif : 150 fr. — S'inscrire auprès de M. le prof. Dr BRUCKNER, Université de Berne.

Eventuellement M. le prof. Alb. HEIM prolongerait l'excursion glaciaire jusqu'au lac de Zurich.

Un *livret-guide* d'environ 300 pages est en préparation pour paraître si possible en juin ou juillet). Il contiendra les programmes scientifiques des deux voyages circulaires, et des excursions pédestres en Suisse, accompagnés de beaucoup de croquis, illustrations et profils en couleurs. Les membres du Congrès le recevront au prix de 10 francs. Il sera envoyé *franco*, dès sa sortie de presse, à ceux qui en auront envoyé la valeur avec leur cotisation.

Nous prions toutes les personnes qui veulent prendre part à ce 6^{me} Congrès de nous envoyer leur adhésion le plus tôt possible, par le moyen du *Bulletin* ci-joint, affranchi, en y marquant les excursions auxquelles elles désirent participer. Pour l'organisation des excursions, il est particulièrement important que nous connaissions de bonne heure le nombre des participants. Nous ne pouvons rien promettre à ceux qui ne seraient pas inscrits *avant le 1^{er} juin*.

Le nombre des participants à chaque excursion pédestre étant nécessairement limité, nous prions les adhérents de nous faire connaître leur second et leur troisième choix éventuels, pour le cas où il n'y aurait plus place dans l'excursion qu'ils choisissent en première ligne, ou en seconde ligne.

Dans l'espoir de très nombreuses adhésions, nous promettons à tous un accueil cordial.

Au nom du Comité général d'organisation, le Bureau :

E. RENEVIER, prof. à Lausanne, *président*.

ALB. HEIM, prof. à Zurich, *vice-président*.

H. GOLLIEZ, prof. à Lausanne, *secrétaire*.

N. B. Est membre du Congrès toute personne, — monsieur ou dame, — qui a versé sa cotisation de 25 francs.

Voyages circulaires du Congrès géologique international. — 6^e session 1894. — Entrepreneurs officiels : RUFFIEUX ET RUCHONNET, *Agence Suisse de Voyages, siège à Lausanne*.

Suivant avis d'autre part, l'organisation des deux voyages circulaires qui, sous la direction scientifique de Messieurs les professeurs RENEVIER et GOLLIEZ, précéderont et suivront la session de ZÜRICH, a été confiée à NOTRE MAISON.

Nous avons étudié et préparé, avec le plus grand soin, le programme de ces deux voyages, et serons à même, contre paiement d'un prix modéré « à forfait, » de décharger les participants de tout souci matériel, et de leur assurer tout le confort désirable en route et en station.

CONDITIONS GÉNÉRALES DES VOYAGES

Dans le but d'éviter toute dépense imprévue ou accessoire, les billets fournis par notre Agence comprendront :

1^o **Le transport des voyageurs**, soit : a) *Les parcours en chemin de fer*, en II^e classe sur les grandes lignes et en II^e ou III^e classe sur les lignes de montagne. — b) *Le transport sur les lacs*, par bateaux spéciaux. — c) *Le transport en voitures* confortables pour les parcours sur routes.

2^o **Tous les frais d'hôtel**, soit : a) *Le logement* dans les meilleurs hôtels de 1^{er} rang du pays, y compris l'éclairage, le chauffage et le service. — b) *Les trois repas* : déjeuner, lunch et dîner, le tout de premier ordre; menus abondants et variés. — c) *Les boissons* suivantes, au choix, aux deux principaux repas : 1/2 bouteille de vin ou de bière, thé ou lait.

3^o **Le transport des bagages à main**, à raison de 10 kilos par personne, sur tous les trains, bateaux et voitures, et de la gare aux hôtels et réciproquement.

4^o **L'assurance gratuite de ces bagages**, à raison de 100 fr. par colis.

5^o **Les soins et l'aide gratuits** des guides et interprètes de l'Agence, accompagnant le voyage, tant pour les voyageurs que pour l'acheminement de leurs gros bagages, des échantillons recueillis, etc.

B. VI. Voyage circulaire dans le Jura. — Du 15 au 28 août 1894. — 852 kilomètres, dont 682 en chemin de fer, 70 en bateau et 100 en voiture.

Mercredi 15 août. — RENDEZ-VOUS A GENÈVE. Délivrance des billets, dîner et logement, à *Genève*.

Jeudi 16 » Mont Salève, par * Chemin de fer électrique, *Genève*.

Vendredi 17 » Cluse du Vuache, Perte-du-Rhône, Canon du Rhône, *Genève*.

Samedi 18 » Genève-Ouchy-Lausanne, par bateau spécial en suivant la côte de Savoie, Rochette, *Lausanne*.

Dimanche 19 » *Lausanne* (repos). Visite des collections et promenades dans les environs.

Lundi 20 » Vallée des lacs de Joux, Ecoulement souterrain des lacs, Source vauclusienne de l'Orbe, Vallorbes, *Yverdon*.

Mardi 21 » Baulmes, Mont-de-Baulmes, Auberson, *Ste-Croix*.

Mercredi 22 » Fleurier, St-Sulpice, Val-de-Travers (mine d'asphaltes), Gorges de l'Areuse, *Neuchâtel*.

Jeudi 23 » Neuchâtel (visite des collections). Après midi en voiture par les Gorges de Seyon et la Vue-des-Alpes à *Chaux-de-Fonds*.

Vendredi 24 » Locle, Lac des Brenets, Canon-du-Doubs; St-Imier, Macolin *, *Bienne*.

Samedi 25 » Gorges de la Suze et de Moutier, Delémont, Porrentruy, *Bâle*.

Dimanche 26 » *Bâle* (repos). — Visite des collections et promenade dans les environs.

Lundi 27 » Rheinfelden, Brugg; en voiture à Schambelen, Böttstein et Klingnau; Waldshut, *Neuhausen*.

Mardi 28 » Chute du Rhin, Schaffhouse, Singen, Hohentwyl, Oeningen, Winterthur, *Zurich*.

Prix à forfait : Fr. 300.

NOTA. — Les lieux de logement sont en italique. — L'astérisque * indique les parcours en chemin de fer de montagne.

B XII Voyage circulaire au travers des Alpes. — Du 3 au 15 septembre 1894. — 913 kilomètres, dont 598 en chemin de fer, 185 en bateau et 130 en voiture.

1 ET 2 SEPTEMBRE. — DÉLIVRANCE DES BILLETS A ZÜRICH.

Région du Rigi et du Gothard :

Lundi	3 septembre	1 ^{re} section : Zoug, Arth*, Rigi*, Vitznau, Flüelen, <i>Lucerne</i>
		2 ^{me} section : Goldau, Axenstrasse, Schwytz, Göschenen, Andermatt, Flüelen, <i>Lucerne</i> .

Région des lacs des IV Cantons et de Brienx :

Mardi	4	»	Alpnach, Pilate*, Brünig*, <i>Meyringen</i> .
Mercredi	5	»	Gorges de l'Aar, Brienx, Giesbach*, <i>Interlaken</i> .

Région de la Jungfrau, de l'Eiger et du Mönch :

Jeudi	6	»	Zweilötschinen*, Glaciers de Grindelwald et Mer de glace, <i>Grindelwald</i> .
Vendredi	7	»	Petite Scheidegg*, Lauterbrunnen*, Mürren*, <i>Interlaken</i> .

Région du lac de Thoune et du Plateau Suisse :

Samedi	8	»	Lac du Thoune, Berne (visite des collections), <i>Lausanne</i> .
--------	---	---	--

Région du lac Léman et de la Vallée du Rhône :

Dimanche	9	»	Repos; Visite des collections. Après midi tour du Haut-Lac Léman, par bateau spécial; Montreux*, Glion*, <i>Caux</i> .
Lundi	10	»	Rochers de Naye*, Territet, Gorges du Trient, Valais, <i>Brigue</i> .

Région du Mont Rose et du Cervin :

Mardi	11	»	Vallée de la Viège*, Zermatt, <i>Riffel</i> .
Mercredi	15	»	Gornergrat, Glacier du Gorner, <i>Zermatt</i> .

Région du Simplon :

Jeudi	13	»	Viège*, Brigue, Bérisal, <i>Simplon</i> .
-------	----	---	---

Région des lacs italiens :

Vendredi	14	»	Iselle, Domo-d'Ossola, <i>Baveno</i> .
Samedi	15	»	Lac Majeur, Ponte-Tresa, Lac de Lugano, <i>Lugano</i> .

Prix à forfait : Fr. 400.

NOTA a) Le personnel de l'Agence, accompagnant les Voyages, tiendra à la disposition des participants des spécimens de *Livres, Cartes géologiques, Photographies*, etc., relatifs aux Voyages, et se chargera de recueillir des commandes en cours de route. — b) De grandes facilités seront accordées par l'Agence aux participants empêchés de terminer les itinéraires complets, de même qu'aux personnes qui voudraient se joindre à l'un ou l'autre des voyages pour des *parcours partiels*. — c) Un programme détaillé des Voyages sera envoyé à tous les participants inscrits et aux personnes qui en feraient la demande, dès que les horaires d'été auront paru, soit dans le courant de juin.

Du reste, l'Agence se fera un plaisir de répondre (dans les principales langues) à toute demande de renseignement.

SÉANCE DE GÉOLOGIE APPLIQUÉE

DU 6 MARS 1894.

Présidence de M. Houzeau de Lehaie

La séance est ouverte à 8 heures et demie.

Admission de membres.

Sont élus en qualité de membres effectifs :

MM. V. PIERRET, Ingénieur provincial en chef du Brabant, 17, rue Belliard, à Bruxelles.

Paulin BRASSEUR, Industriel à Couillet.

Est élu en qualité de membre associé régnicole :

M. Camille GRANGE, Chef de section aux chemins de fer de l'État, 17, rue de l'Esplanade, à Ixelles-Bruxelles.

Communications du Bureau.

M. le *Secrétaire* annonce que le travail de M. Putzeys est à l'impression et qu'il sera distribué à bref délai.

Communications des membres.

M. le *Président*, conformément à l'ordre du jour, donne la parole à M. Walin, qui donne lecture du travail suivant :

ÉTUDE SUR LE RÉGIME HYDROLOGIQUE
sur l'importance et la nature des eaux
DANS LES TERRAINS CALCAIRES

DU

CONDROZ ET DE L'ENTRE-SAMBRE-ET-MEUSE

PAR

M. Walin,

Ingénieur des Ponts et Chaussées,
Ingénieur en chef de la Compagnie intercommunale des Eaux.

La Société belge de Géologie a mis à l'étude les deux questions suivantes :

a) Comment s'établit le régime hydrologique dans les masses calcaires ;

b) Peut-on croire que l'eau de source susceptible d'être captée, puisse à elle seule suffire à assurer les besoins des diverses agglomérations de la Belgique.

Mes fonctions m'ont mis à même de faire un grand nombre d'observations sur les eaux des bassins calcaires du Bocq et du Hoyoux.

J'ai pensé que la solution des deux problèmes posés par la Société belge de Géologie devait reposer bien plutôt sur des faits que sur des hypothèses, et c'est pourquoi je crois faire chose utile en communiquant à la Société les résultats de mes recherches et en lui indiquant les conclusions auxquelles je suis arrivé.

La réponse à la deuxième question : à savoir si l'eau de source peut suffire à l'alimentation des agglomérations de la Belgique en eau potable, dépend de la quantité d'eau nécessaire à chaque habitant pour les usages domestiques, du nombre d'habitants à alimenter et du débit des sources donnant de l'eau de bonne qualité.

Le gouvernement vient de faire une enquête dans tout le pays pour

déterminer la situation actuelle et les besoins des communes en eau potable.

Il conviendra, je pense, d'attendre le résultat de cette enquête avant de se prononcer sur la quantité d'eau restant à fournir aux habitants non desservis ou mal alimentés.

Mais, dès maintenant, il importe de rechercher les ressources de la Belgique en eau potable.

Comme solution partielle de la deuxième question posée, je ferai connaître aujourd'hui l'importance des réserves d'eau potable dans les calcaires du Condroz.

Je contribuerai ensuite, dans la mesure de mes moyens, à la solution de la première question en parlant de l'origine des eaux dans les calcaires, du pouvoir absorbant et du degré de filtration de ces terrains, enfin du mode de circulation des eaux.

IMPORTANCE DES RÉSERVES D'EAU POTABLE DANS LES CALCAIRES.

Réponse à la deuxième question.

Lorsqu'on jette un coup d'œil sur la carte géologique de la Belgique par André Dumont, on est frappé de l'importance considérable des masses calcaires qui s'étendent sur la rive droite de la Meuse et dans l'Entre-Sambre-et-Meuse.

Ces calcaires constituent une grande partie des bassins de l'Ourthe, du Hoyoux, du ruisseau de Samson, du Bocq, de la Lesse, de l'Hermeton, de la Molignée, du ruisseau de Burnot, de la Grande Eau, du ruisseau d'Acoz et de l'Eau-d'Heure.

Ils forment des bandes plus ou moins larges dans les dépressions que présentent les schistes et les psammites du Condroz, qui leur servent de substratum imperméable.

Ces mêmes schistes et psammites se relèvent entre les bandes calcaires qu'ils séparent l'une de l'autre, de façon à constituer les crêtes des ondulations du pays.

La superficie apparente des calcaires sur les versants de la Meuse, non compris les bassins de l'Ourthe, de la Lesse et de la Sambre, ne mesure pas moins de 509 millions de mètres carrés. Cela représente 636 fois l'étendue du lac de la Gileppe dans son plus grand développement, c'est-à-dire lorsque les déversoirs de trop plein fonctionnent.

Je ne fais ce rapprochement que pour donner une idée de la grandeur des réservoirs alimentant les sources dont je m'occuperai tantôt, et n'ai nullement l'intention de comparer un lac à une masse calcaire,

quelque divisée qu'elle soit, au point de vue de l'emmagasinement de l'eau.

Mais si l'étendue apparente des terrains calcaires est un élément important à considérer, il en est un autre — au point de vue des ressources aquifères — qui échappe à l'observation : c'est la grandeur des vides dans lesquels les réserves d'eau peuvent s'accumuler.

Les jaugeages seuls permettent de déterminer ce second élément.

Fort heureusement, pour l'étude que la Société de Géologie a entreprise, il a été fait de très nombreux jaugeages des rivières du Condroz en 1892 et en 1893, années considérées à juste titre comme des plus sèches.

En 1892 j'ai fait établir sur le Hoyoux, à l'aval des sources de Modave et de Vyle, à la demande de la Compagnie intercommunale des eaux, des appareils de jaugeage par empotement donnant exactement le débit de la rivière.

J'ai publié dans les Annales des Travaux publics et dans celles de l'Association des ingénieurs sortis de l'Université de Gand, la description de ces installations (1).

Je ne m'y arrêterai que pour signaler la valeur du procédé de jaugeage et mettre hors de doute l'exactitude des résultats obtenus.

Pour corriger l'influence des variations diurnes du débit, dues aux irrigations et à la marche irrégulière des moulins, on jaugeait du matin au soir et même quelquefois la nuit sans interruption, et l'on prenait la moyenne de toutes les observations de la journée.

Les jaugeages continus ainsi faits du 1^{er} juillet au 17 octobre 1892, n'ont jamais donné moins de 103.680 m³ pour le débit moyen journalier du Hoyoux immédiatement à l'aval des sources de Vyle et de Saint-Pierre et y compris ces sources.

D'après l'Observatoire, la quantité d'eau tombée dans le bassin du Hoyoux et constatée aux pluviomètres de Modave, d'Havelange et de Clavier, fut de

24	millimètres en février	1892
40	» mars	»
28	» avril	»
17	» mai	»
38	» juin	»

(1) Expériences de jaugeage. ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS DE BELGIQUE. T. L. Imprimerie V^e Monnom, 32, rue de l'Industrie, à Bruxelles.

46 millimètres en juillet	1892
36 » août	»
et 121 » septembre	»

Pendant les mois de juin, juillet et août il n'y avait aucun ruissellement apparent vers le Hoyoux, et cela s'explique.

A cette époque de l'année les pertes dues à l'évaporation et celles occasionnées par l'irrigation des prairies sont considérables.

Si l'on soustrait ces pertes de la hauteur d'eau tombée pendant l'été 1892, il reste une quantité d'eau assez faible, que le sol calcaire absorbe très facilement, sans saturation, sans formation de ruissellements superficiels.

On peut donc, avec une très grande approximation, dire que tout le débit du Hoyoux pendant les mois de juin, juillet et août 1892, provenait des couches aquifères, c'est-à-dire des sources et des suintements qui leur sont assimilables.

Il en était de même au Bocq. Le débit de ce cours d'eau à la fin de la sécheresse de 1892, alors que le ruissellement était nul, ne descendit pas au-dessous de 91.757 mètres cubes par jour à Spontin.

Les parties élevées des bassins du Bocq et du Hoyoux, au-dessus de la cote moyenne 170, débitent donc ensemble près de 200.000 mètres cubes par jour en année très sèche, à l'époque des plus basses eaux, et alors que, le ruissellement étant nul, les réserves souterraines alimentent seules les rivières.

Les jaugeages faits en 1893 confirment ces résultats.

Aux 200.000 m³ jaugés on pourrait encore ajouter les sources de Jamagné sur le Triffoi, affluent du Hoyoux inférieur, lesquelles débitent 15.000 m³ par jour au minimum, et les sources du Crupet, affluent du Bocq en aval de Spontin, qui ont à peu près la même importance, et qui, comme les premières, émergent au-dessus de la cote 170.

Il est donc incontestable que les réserves d'eau emmagasinées dans les calcaires du Condroz sont considérables.

Avec la moitié des sources qui émergent dans les bassins du Bocq et du Hoyoux à une altitude permettant de les amener dans les grands centres du pays sans le secours d'aucune machine, on pourrait alimenter 1.150.000 habitants à raison de cent litres par jour et par habitant.

A Bruxelles-ville on ne consomme aujourd'hui pour tous les usages publics et domestiques que soixante-dix litres par jour-habitant.

La réponse à la deuxième question posée par la Société de Géologie n'est donc pas douteuse, même sans recourir aux ressources aquifères de l'Entre-Sambre-et-Meuse, qui actuellement fournissent un grand nombre de sources de fond dans le lit de la Meuse, sans utilité pour personne.

RÉGIME HYDROLOGIQUE.

Maintenant l'on peut se demander si le réservoir souterrain en relation avec les sources fournit *seul* le débit en question, et si l'on peut, par déduction, calculer le volume des vides que doit présenter la masse calcaire pour alimenter les sources pendant un temps donné?

Je crois pouvoir répondre négativement.

Indépendamment de la circulation de l'eau par translation, que j'appellerai horizontale à défaut d'autre expression, il y a la circulation verticale, que je considère comme filtrante.

Le réservoir souterrain, qui alimente les sources par cheminement, est lui-même et constamment alimenté par le haut.

Ainsi pendant le mois de février de l'année 1892, qui fut le plus sec des dix derniers mois de l'année 1891 et des quatre premiers mois de 1892, il est tombé 24 millimètres d'eau dans le bassin du Hoyoux.

Les pertes par évaporation étant très faibles à cette époque de l'année, on peut admettre que le tiers *au moins* de la quantité d'eau tombée pénétra dans les profondeurs du calcaire.

Le tiers de 24 millimètres ou 8 millimètres d'eau donne par mois et par hectare 80^{m³}, ou par jour et par hectare 2^{m³}.700.

L'appoint fourni au réservoir souterrain dans les mois les plus secs est donc très important.

Or il ne se passe généralement pas de mois sans pluie en Belgique et la plus grande partie de celle qui tombe sur les calcaires est absorbée et descend dans les profondeurs du sol.

PERMÉABILITÉ DES TERRAINS CALCAIRES DU CONDROZ.

La grande perméabilité des calcaires est établie à l'évidence par l'existence des vallées sèches.

J'ai constaté que des dépressions profondes correspondant à un grand bassin hydrographique, telles que la Bonne, dans le bassin du Hoyoux, les vallées de Champion et de Salazinne, dans le bassin du Bocq, restent sèches après quatre mois de pluies en plein hiver.

Il faut des circonstances spéciales, un orage épouvantable ou des

pluies extraordinaires, avec ou sans fonte de neiges, *tombant alors que la terre est gelée*, pour que des ruissellements se produisent.

Dans ce cas — et l'on a pu le voir lors de la grande crue de l'hiver 1892-93, arrivée au moment où la terre était profondément gelée — les ruissellements sont énormes, parce que l'eau, dont la pénétration dans le sol est empêchée par la couche de glace qui le recouvre, coule nécessairement vers la vallée.

Le régime de celle-ci, qui d'habitude est celui des rivières creusées dans les terrains perméables, devient alors le régime torrentiel des rivières creusées dans les terrains imperméables.

La rareté et l'importance de ces crues brusques et courtes donne une idée des énormes volumes d'eau que la terre absorbe en temps ordinaire, alors que, malgré des pluies persistantes, les ruissellements sont insignifiants ou nuls.

Du reste, il est notoire que dans le Condroz et sur tous les calcaires en général, s'il pleut beaucoup pendant la saison d'été les récoltes sont magnifiques; si, au contraire, les pluies sont rares, comme en 1892 et en 1893, les récoltes sont maigres ou nulles.

ORIGINE DES EAUX.

C'est à ce pouvoir absorbant énorme des calcaires, c'est à cette alimentation quasi permanente des réservoirs souterrains, aussi bien qu'à la grande division des roches, qu'il faut attribuer l'importance et la régularité du débit des sources et le rendement considérable des rivières du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

L'idée de justifier le débit important des sources des terrains calcaires par des engouffrements lointains de rivières entières peut se comprendre dans quelques cas très rares en Belgique, mais elle ne peut se justifier en ce qui concerne les sources des bassins du Hoyoux, du Bocq et de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

Il n'y a rien de mystérieux dans la régularité et l'importance des sources de ces régions.

Je vais en donner des preuves.

RENDEMENT A L'HECTARE.

Le bassin du Hoyoux, en amont de la crête séparative des bassins du ruisseau de Goesnes (Triffoy) et du ruisseau de Vyle, mesure 16.550 hectares.

Le débit minimum du Hoyoux, immédiatement à l'aval des sources

et du ruisseau de Vyle, a été de 1170 litres à la seconde pendant l'été très sec de 1892, alors que le ruissellement était nul.

Ce minimum eut lieu au mois d'août.

Ajoutons à ce débit ce que donnent le ruisseau de Saint-Pierre (en basses eaux) et les suintements voisins, soit 30 litres à la seconde, et nous obtiendrons le débit total correspondant au bassin hydrographique précité.

Le rendement de ce bassin en 1892 a donc été au minimum de $\frac{1200^1 \times 86400}{16550} = 6^m3.260$ par jour et par hectare.

En 1893, le rendement du bassin du Hoyoux fut de $\frac{95998^m3}{16550} = 5^m3.80$, d'après les jaugeages effectués par mon honoré confrère M. Putzeys.

Au Bocq on trouve :

Bassin hydrographique en amont du déversoir de jauge à Spontin, 17.130 hectares. (Mesuré sur la carte au 1/160.000.)

Débit journalier d'étiage en 1892, 91.757^{m3}. (L'étiage du Bocq en 1892 se réalisa en août.)

Rendement minimum en 1892 par jour et par hectare, 5^{m3}.350.

En 1893, le débit journalier du Bocq à Spontin est tombé à 87.700^{m3}, d'où un rendement de $\frac{87700}{17130} = 5^m3.120$ par jour et par hectare. (Ce minimum fut obtenu au mois de septembre.)

Si de ces débits on déduit l'appoint fourni au réservoir souterrain par la circulation verticale des eaux pluviales à travers les terrains calcaires, le rendement du réservoir souterrain proprement dit descend au-dessous de 3^{m3}.500 par jour et par hectare au Hoyoux, et au-dessous de 2^{m3}.600 par jour et par hectare au Bocq.

En effet, il est évident que le moindre appoint fourni au réservoir en compensation des débits constatés à la fin de l'été 1892 est au moins égal à celui du mois de février 1892, puisque ce fut le plus sec des dix derniers mois de 1891 et des quatre premiers mois de 1892. Il faut donc retrancher 2^{m3}.700 au minimum des rendements obtenus, si l'on veut se faire une idée de la quantité d'eau fournie par le réservoir proprement dit.

Pour quiconque connaît l'énorme pouvoir absorbant des calcaires du Condroz, les rendements de 2^{m3}.600 à 3^{m3}.500 que je viens d'indiquer ne sont aucunement exagérés; ils correspondent parfaitement aux quantités de pluie qui tombent sur les bassins hydrographiques apparents de cette contrée.

Dans l'*Hydrologie de la Belgique*, par mon honoré confrère M. l'ingénieur Verstraeten, j'ai lu que le rendement de la Dyle en

1865, d'après de nombreux jaugeages effectués à Louvain par M. l'ingénieur Colson, fut au minimum de $4^{\text{m}^3}.650$ par jour et par hectare.

Le rendement du Bocq en basses eaux ne dépasse guère celui de la Dyle, mais comme le bassin de la Dyle est beaucoup moins absorbant que celui du Bocq, on peut en conclure que les terrains sablo-argileux doivent emmagasiner relativement plus d'eau que les calcaires du bassin du Bocq. *Les vides que présentent ces calcaires dans leurs profondeurs ne doivent donc pas être énormes et dès lors l'hypothèse de grands lacs souterrains ou de grands et innombrables canaux ne peut se justifier.*

Les débits constatés pour les sources des terrains calcaires ne présentent donc rien d'anormal.

Fait remarquable, le rendement à l'étiage est considérable pour toutes les rivières du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

De plus, toutes choses égales, le rendement est d'autant plus fort que l'étendue relative des calcaires est plus considérable.

Ainsi le rendement minimum de la partie du bassin du Hoyoux située à l'amont du ruisseau de Saint-Pierre atteint $6^{\text{m}^3}.260$ par jour et par hectare en 1892, alors que la partie du bassin du Bocq située à l'amont de Spontin ne donne que $5^{\text{m}^3}.350$.

Cependant les deux parties considérées ont à peu de chose près la même étendue (16.550 hectares au Hoyoux et 17.130 hectares au Bocq).

Mais la surface des calcaires est sensiblement plus grande au Hoyoux qu'au Bocq.

Le premier bassin à l'amont du ruisseau de Saint-Pierre contient, en effet, 11.120 hectares de calcaires, alors que le second bassin, à l'amont de Spontin, n'en renferme que 7.700.

On voit que, plus grande est l'étendue des terrains calcaires, plus grand est le rendement à l'époque des plus basses eaux et plus grand est le débit des sources.

Le calcaire joue donc incontestablement le rôle de réservoir régulateur.

Il ne s'ensuit pas *nécessairement* qu'un bassin hydrographique contenant plus de calcaires rendra plus d'eau à l'étiage qu'un bassin qui en contient moins.

La forme et la situation des calcaires jouent aussi un rôle important.

Ainsi, si l'on ramène les débits d'étiage du Hoyoux et du Bocq en 1892 à l'hectare de terrain calcaire, on trouve qu'un hectare de ce terrain donne journallement $11^{\text{m}^3}.900$ au Bocq à Spontin et $9^{\text{m}^3}.300$ au Hoyoux aux plus basses eaux, et alors qu'il n'y a pas de ruissellement.

L'hectare de calcaire rend plus d'eau en temps de sécheresse au Bocq qu'au Hoyoux.

En somme il y a deux éléments à considérer : l'étendue des terrains perméables et la puissance d'absorption ou la perméabilité.

Maintenant, l'on peut se demander, *pourquoi l'hectare de calcaire a-t-il rendu plus au Bocq qu'au Hoyoux* en 1892 et en 1893 ?

J'attribue ce résultat à ce que les calcaires du bassin du Bocq ont reçu plus d'eau que ceux du bassin du Hoyoux de 1890 à 1893.

Cela tient non seulement à ce que la hauteur de pluie tombée pendant les années considérées fut plus grande pour le Bocq que pour le Hoyoux, mais aussi à ce que les calcaires du Bocq reçoivent une plus grande quantité d'eau des terrains à peu près imperméables (schistes et psammites) entre lesquels ils sont enclavés.

La pluie tombant sur les crêtes psammitiques, plus développées dans le bassin du Bocq que dans celui du Hoyoux, pénètre fort peu dans le sol et ruisselle vers les fonds où se trouvent les calcaires, dans lesquels elles pénètrent.

Pour donner une idée de la différence des quantités d'eau tombées dans les deux bassins considérés, je vais citer quelques chiffres fournis par l'Observatoire. La partie du bassin du Bocq en amont de Spontin a reçu 717 millimètres d'eau en 1891, tandis que la partie du bassin du Hoyoux en amont du pont de Vyle n'a reçu que 598 millimètres pendant la même année.

Durant les neuf premiers mois de l'année 1892, il est tombé 601 millimètres de pluie dans les parties considérées du bassin du Bocq, et 476 millimètres seulement dans la partie correspondante du bassin du Hoyoux.

On voit que *si le Bocq a moins de calcaire que le Hoyoux, par contre ce sont, dans leur ensemble, des calcaires plus favorisés, c'est-à-dire mieux alimentés.*

Chose curieuse, si l'on applique le rendement minimum à l'hectare de l'ensemble du bassin hydrographique du Bocq à la partie de ce bassin qui alimente les sources de la région Spontin-Senenne-Reuleau, (dont la Compagnie intercommunale projette le captage), on trouve le débit donné par les jaugeages.

Ainsi le bassin hydrographique correspondant aux dites sources, y compris la vallée sèche de Champion, qui joue ici le même rôle que le bassin de la Bonne par rapport aux sources de Modave, ce bassin mesure, avec celui de la Brugelette, 4949 hectares.

A raison de 5^m³.350 par hectare, cette superficie rendra 26.477 mètres cubes par jour. Or, les jaugeages donnent 25.920 mètres cubes pour le débit minimum journalier.

Il y a donc concordance parfaite, c'est-à-dire que le rendement à l'étiage du dit bassin partiel est le même que celui de l'ensemble du bassin du Bocq.

Par contre le rendement des calcaires de cette région est inférieur à la moyenne de la partie calcaireuse de l'ensemble du bassin du Bocq en amont de Spontin (trouvé $11\text{ m}^3.900$ plus haut).

Cette région comprend, en effet, 3094 hectares de terrains calcaires. Le rendement journalier à l'hectare de calcaire est donc égal à $25920 : 3094 = 8\text{ m}^3.380$, soit à peu près 1 m^3 de moins que le rendement du calcaire du bassin du Hoyoux en amont du ruisseau de Saint-Pierre.

Cette différence prouve que le pouvoir emmagasinant ou les vides des calcaires correspondant aux sources de Spontin-Senenne et Reuleau sont moins grands que les vides des calcaires des bassins du Bocq et du Hoyoux pris dans leur ensemble.

Les membres de la Société de Géologie ont d'ailleurs constaté sur place, notamment à la carrière de Spontin, que les joints et les cassures des calcaires de cette région étaient remplis de matières meubles sablo-argileuses.

Je reviendrai tantôt sur ce point.

Pour le moment je ferai remarquer que le bassin hydrographique correspondant aux sources de la région Spontin-Senenne-Reuleau est enclavé entre deux bandes de famennien *imperméable* et n'est en contact vers l'amont qu'avec le bassin du Hoyoux. (Voir la carte géologique de ces régions.)

Comme il n'est pas possible d'admettre que le bassin réel du Bocq empiète sur celui du Hoyoux, comme de plus on ne voit nulle part d'engouffrement de ruisseau, il faut bien en conclure que toute l'eau des sources de la région Spontin-Senenne-Reuleau doit nécessairement provenir de la pluie qui tombe sur le bassin correspondant et s'infiltrer dans les calcaires.

Il est évident du reste que si les sources de ce bassin partiel étaient grossies par des pertes d'eau de rivière, il devrait en être de même des sources du bassin total du Bocq, d'après la concordance établie ci-dessus. Mais alors, d'où viendraient ces rivières? Les sources devraient provenir des rivières et pourtant l'on sait bien que, en période de sécheresse, ce sont les rivières qui viennent des sources. Il est donc certain que les sources de la région Spontin-Senenne-Reuleau ne proviennent aucunement de pertes d'eau de rivière en amont. L'observation des lieux confirme cette conclusion.

Les sources du Bocq, et par déduction celles du Hoyoux, n'ont donc pas une origine inconnue ou mystérieuse.

Leur débit concorde avec l'étendue des bassins hydrographiques apparents, avec la quantité d'eau tombée et avec la grande perméabilité du sol.

Et ce qui est vrai pour les calcaires du Bocq et du Hoyoux l'est aussi pour les calcaires de l'Entre-Sambre-et-Meuse, qui se trouvent dans des conditions identiques.

BONNES OU MAUVAISES SOURCES.

Aiguigeois.

On dira peut-être qu'il y a de mauvaises sources et qu'il est bien difficile de ne prendre que les bonnes?

Le talent avec lequel mon honoré confrère M. Putzeys a développé cette idée pourrait avoir suscité des appréhensions que je tiens à dissiper, dans l'intérêt même des nombreuses populations qui ont besoin d'eau potable.

Je bornerai mon raisonnement aux sources du Bocq et du Hoyoux, sur lesquelles mes investigations ont spécialement porté.

Je dirai tout d'abord qu'il importe peu qu'il y ait un certain nombre de sources de qualité douteuse, c'est-à-dire de sources qui, par suite de leur relation avec des aiguigeois par canal souterrain, se troublent après les pluies par le mélange de leurs eaux avec celles de la surface. On ne peut, en effet, supprimer aucune rivière : il faut bien laisser dans chaque bassin hydrographique, en sus des sources pour les usages domestiques, tout au moins l'eau nécessaire aux irrigations et à l'industrie; et pour ces deux usages les eaux de sources mêlées d'eaux de ruissellements conviennent bien mieux que les eaux absolument pures.

Toute la question, au point de vue pratique, est donc de voir si la plupart des sources sont de bonne qualité pour les usages domestiques.

M. Putzeys nous a montré lors de notre dernière réunion une carte à grande échelle sur laquelle il avait figuré les aiguigeois existant dans les bassins de l'Ourthe, du Hoyoux et du Bocq. Si j'ai bonne mémoire, ces aiguigeois étaient au nombre de deux pour le bassin du Hoyoux et de deux pour le bassin du Bocq.

Les recherches les plus minutieuses faites par le personnel compétent de la ville de Bruxelles ont donc fait découvrir un très petit nombre d'aiguigeois.

En ce qui concerne le Hoyoux, les aiguigeois sont en dehors du bassin sourcier de Modave.

L'un est situé sur le ruisseau de Vyle, l'autre dans la vallée du ruisseau Saint-Pierre.

La relation directe entre l'aiguigeois et les sources de Vyle est évidente. L'eau d'une partie de ces sources se trouble après les pluies.

Mais tandis que l'aiguigeois ne reçoit qu'environ cinq litres d'eau en temps de sécheresse, les sources de Vyle débitent ensemble une centaine de litres par seconde.

Il y a donc cinq litres d'eau provenant — en temps de sécheresse — directement de la surface et quatre vingt-quinze litres provenant de la couche aquifère souterraine de la bande calcaire de Vyle.

Faut-il abandonner ces 95 litres de bonne eau ?

Ne peut-on détourner les cinq litres d'eau superficielle qui s'y ajoutent ?

Ne peut-on détourner toutes les eaux superficielles qui coulent dans le lit du ruisseau de Vyle ?

Rien n'est plus simple. Il suffit de remplacer le lit perméable du ruisseau par un lit en maçonnerie imperméable.

Un bétonnage de peu d'épaisseur en forme de cunette suffira pour écarter tous dangers de contamination, si l'on a soin de capter les sources à bonne profondeur.

La pente de la vallée étant très forte, cette cunette sera de petite section et par suite peu coûteuse.

On pourra procéder de même dans la vallée de Saint-Pierre.

Ainsi disparaissent les inconvénients des deux aiguigeois signalés dans le bassin du Hoyoux.

Passons au bassin du Bocq.

Il y a un aiguigeois dans la vallée de la Brugelette, non loin du château de Mianoye. Cet aiguigeois est en relation directe avec la source supérieure de la Brugelette. Mais comme celle-ci ne débite que cinq litres à la seconde en temps de sécheresse et qu'elle se trouble après une journée de pluie, j'ai toujours pensé qu'il ne valait pas la peine de s'en occuper ; on l'écarte donc des sources à capter.

Le second aiguigeois signalé dans le bassin du Bocq se trouve sur la rive droite de la rivière, à 1200 mètres des sources les plus rapprochées situées sur la même rive, et à 800 mètres des sources de Reuleau situées sur la rive opposée.

Cet aiguigeois ne reçoit d'eau qu'en petite quantité et seulement après des pluies copieuses et persistantes donnant lieu à des ruissellements.

Il faut aussi que le propriétaire de la prairie située en aval y mette de la bonne volonté, sans cela l'eau de ruissellement ne pénétrerait jamais dans l'aiguigeois.

Le dit propriétaire manque souvent d'eau pour l'irrigation de sa prairie ; aussi, quand le ciel lui en envoie s'empresse-t-il de la distribuer sur son pré. Il a bientôt fait de détourner les eaux de l'aiguigeois et de boucher celui-ci, d'ailleurs fort petit, avec quelques gazons.

Mais peu importe ; admettons que cet aiguigeois reçoive de l'eau de ruissellement et voyons son influence sur les sources qui en sont le moins éloignées.

Nous voilà revenu à la circulation des eaux dans les calcaires par aiguigeois et canaux.

Remarquons d'abord que ces aiguigeois sont très rares. La carte de M. Putzeys n'en signale que quatre dans les bassins du Hoyoux et du Bocq.

Admettons même qu'il y en ait quelques-uns de plus.

Que représentent ces quelques petits trous à côté des 478 millions de mètres carrés formant l'étendue des bassins en question ?

Je laisse à chacun le soin de répondre.

Les aiguigeois constituent donc une exception dans ces bassins.

Avant de rechercher leur influence je dois dire un mot des vallées sèches de Sovet et du Ry-d'Août signalées comme pouvant peut-être contenir des aiguigeois dangereux.

DIFFÉRENCES PROFONDES ENTRE LES CALCAIRES.

Impossibilité d'appliquer des règles générales à la circulation des eaux dans tous les terrains calcaires.

Lorsqu'on voit la façon dont les eaux de l'Homme et de la Lesse supérieure s'engouffrent dans des grottes profondes, on est tenté de croire que les choses se passent de la même manière dans tous les calcaires.

Or on ne constate aucun engouffrement de rivière dans les bassins du Bocq et du Hoyoux. A peine y voit-on dans des vallées secondaires très étroites, où il n'y a pas de captage à faire, deux ou trois petits aiguigeois recevant quelques litres d'eau.

Rien n'est plus variable que la circulation des eaux dans les terrains calcaires, parce que rien n'est plus variable que le nombre, la forme et la grandeur des joints, des cassures, des canaux, des amas de sables, etc.

Ici les canaux sont rares et très grands, là ils sont innombrables et de petites dimensions.

Tantôt les joints et les cassures sont dépourvus de matières meubles et tantôt ils en sont remplis.

A Rochefort et à Han-sur-Lesse on voit circuler la rivière dans un lit souterrain creusé à un niveau plus bas que celui de la vallée apparente voisine. Au parc de Modave et à Spontin on constate, à l'aide de puits, que les niveaux se relèvent presque régulièrement sur les flancs de la vallée.

Dans les calcaires des environs de Rochefort, qui appartiennent à la *formation devonienne*, il y a des *grottes immenses*, tellement exceptionnelles, extraordinaires, qu'on accourt de toutes les parties du monde pour les visiter.

Dans les bassins du Bocq et du Hoyoux les calcaires sont d'une autre nature ; ils sont de l'*époque carbonifère*, comme les *calcaires des Écaussines, de Soignies, de Tournai*, et les *grottes* y sont très *rare*s et très *petites*. Or la nature des calcaires joue un grand rôle dans la formation des canaux et des cavernes.

Le tome VII, premier fascicule du *Bulletin de la Société belge de Géologie*, reproduit un article publié dans *Ciel et Terre* et dans lequel M. le capitaine Lagrange s'exprime comme suit sur le mode de formation des cavernes.

« Les explorations nombreuses entreprises par M. Martel et ses » collaborateurs ont confirmé une opinion qui était de croyance générale chez les géologues, c'est que les *excavations souterraines de dimensions considérables sont relativement rares même dans les terrains calcaires*. Autrefois l'on croyait à l'existence de cavernes immenses répandues un peu partout dans le sous-sol ; ces croyances anciennes qui se lient au mythe de l'enfer ploutonien des Romains et des Grecs ont survécu pendant tout le moyen âge à la disposition des légendes religieuses de l'antiquité, et il a fallu les travaux des géologues modernes pour les renverser complètement pendant les époques récentes de l'histoire. Ils ont montré, en outre, que généralement les excavations souterraines sont restreintes aux calcaires et même aux calcaires d'une *compacité spéciale*. »

Ainsi donc d'après les explorations de M. Martel, les cavernes seraient généralement restreintes aux calcaires d'une compacité spéciale.

Or cette règle se vérifie en Belgique. Toutes les grottes de quelque importance, telles que celles de Revogne, de Han, de Rochefort, de Marche, de Barvaux, de Remouchamps, de Tilff, etc., se trouvent

toutes dans le calcaire devonien (voir la carte géologique de Dumont).

Et s'il n'y a de grandes excavations souterraines que dans le calcaire devonien, est-il rationnel d'appliquer le mode de circulation des eaux dans ces roches spéciales aux masses calcaires des bassins du Bocq et du Hoyoux, qui sont d'une autre nature et d'une autre époque géologique?

Renonçons donc, une fois pour toutes, à vouloir établir des règles générales sur la capricieuse circulation des eaux, règles applicables à *tous les calcaires*, et voyons dans chaque cas particulier comment les choses se passent. Nous éviterons ainsi des discussions stériles et de graves erreurs.

VALLÉES SÈCHES DANS LE BASSIN DU BOCQ.

Les observations faites sur les vallées sèches du Ry-d'Août, à Spontin, de Salazinne et de Sovet, près de Senenne, sont instructives à cet égard.

De ce que l'on voit dans le bassin de la Lesse on croyait pouvoir conclure qu'il devait y avoir des aiguigéois dans ces vallées. Or, voici le résultat des observations.

Vallée du Ry-d'Août.

Deux déversoirs de même largeur sont installés dans les mêmes conditions, à trois cents mètres environ l'un de l'autre, le premier à l'amont, le second à l'aval des points signalés comme pouvant correspondre à des aiguigéois.

Des ruissellements se sont produits dans cette vallée le 20 novembre, les 14, 15 et 16 décembre 1893, les 18, 19, 20 et 21 janvier 1894.

Le 20 novembre on lit sur le déversoir d'amont, à sept heures du matin, une hauteur d'eau égale à 0^m.070 et sur le déversoir aval une hauteur égale à 0^m.072.

A onze heures du matin on lit à l'amont 0^m.032 et à l'aval 0^m.033.

Les 14, 15 et 16 décembre on lit la même hauteur à l'aval qu'à l'amont.

Le 21 janvier, en présence de MM. Gobert, Rutot, Putzeys, Trullemans et Deblon, tous membres de la Société de Géologie, je lis à l'amont 0^m.023 et à l'aval 0^m.027.

Les déversoirs sont de construction rudimentaire, mais ils indiquent à coup sûr qu'il passe plus d'eau à l'aval qu'à l'amont.

Il n'y a donc pas d'engouffrement d'eau superficielle par aiguigéois dans la vallée du Ry-d'Août.

Vallées de Sovet et de Salazinne.

Ces deux vallées se forment sur les plateaux et se réunissent à la sortie d'un bois près de Senenne.

Trois déversoirs sont installés dans les mêmes conditions : l'un à l'aval des points signalés comme dangereux dans la vallée principale, un autre à l'amont des mêmes points dans chacune des vallées secondaires.

Le 18 janvier dernier seulement les premiers ruissellements d'hiver apparaissent, mais en si petite quantité qu'on ne peut les jauger.

A vue on constate qu'il passe sensiblement la même quantité d'eau sur les deux déversoirs réunis de l'amont que sur le déversoir d'aval.

Le 19 janvier au matin, alors que les ruissellements avaient cessé pendant la nuit précédente dans les vallées de Sovet et de Salazinne, les trous situés dans les fosses au fond de ces vallées étaient tous remplis d'eau jusqu'aux bords. Le lendemain 20 janvier, vers midi, ces trous se mettaient entièrement à sec.

Les eaux ont donc pénétré dans le sol en trente heures.

Comme les plus grands de ces trous mesurent environ 2m^3 , on en conclut que l'absorption par les plus grands trous a été $\frac{2000\text{l}}{30 \times 3600} = 0,0185$, soit moins de deux centilitres par seconde et cela sous une pression variant de 0 à 1 mètre de hauteur.

C'est bien là ce qu'on peut appeler une absorption lente, identique à celle qui s'opère sur toute l'étendue des terrains perméables. Les points les plus dangereux, les trous remarquables ne sont donc pas des aiguilleux, mais bien des irrégularités du lit de la vallée, dues au régime torrentiel du cours d'eau, et peut-être aussi en partie à des travaux forestiers exécutés depuis longtemps.

Mes confrères précités de la Société de Géologie ont d'ailleurs constaté le 21 janvier dernier qu'il avait coulé très peu d'eau de ruissellement dans les vallées de Salazinne et de Sovet et que l'écoulement avait néanmoins laissé des traces de son passage sur les herbes aussi bien à l'aval qu'à l'amont des points à observer.

Il est donc incontestable que s'il y a des pertes d'eau de *ruissellement* dans les vallées sèches précitées, elles sont insignifiantes et comparables à celles qui se produisent sur toute l'étendue des terrains perméables.

Et si, par impossible, la chose était reconnue nécessaire, il serait facile et peu coûteux d'empêcher les pertes d'eau de ruissellement dans les vallées sèches du Bocq en les écoulant par un canal étanche, comme je l'indiquais tantôt pour un affluent du Hoyoux.

CIRCULATION DES EAUX DANS LES CALCAIRES.

Je crois avoir démontré que les ressources aquifères des calcaires sont considérables ;

Que ces terrains sont éminemment perméables et absorbants ;

Que les vides contenus dans les profondeurs des calcaires du Condroz doivent être moindres dans leur ensemble que ceux des terrains sablo-argileux ;

Que les ruissellements sont faibles dans les bassins du Bocq et du Hoyoux et qu'il est facile, à peu de frais, d'écarter les eaux de surface des eaux de source ;

Que les aiguigeois sont non seulement très rares dans ces bassins mais qu'ils ne reçoivent que très peu d'eau.

Il résulte évidemment de tous ces faits que, *d'une manière générale, les eaux souterraines dans les bassins du Bocq et du Hoyoux ne sont pas en communication avec la surface par de larges ouvertures*, contrairement à ce que l'on voit dans les environs de Rochefort.

Il y a incontestablement des canaux dans les calcaires de ces bassins, mais ils ne peuvent être ni très grands, ni en relation dangereuse avec les eaux de ruissellement.

Ce dernier point sera plus spécialement établi par les résultats des analyses, dont je parlerai dans quelques instants.

Pour se faire une idée de la manière dont les eaux circulent dans ces bassins, on remarquera que les sources du Bocq et du Hoyoux émergent dans des vallées profondes et dominées par des plateaux à faible pente, formés de terrains calcaires dans les parties les moins élevées et des psammites du Condroz sur les sommets.

Remarquons en outre, d'après la carte géologique détaillée et la notice explicative des feuilles de Natoye, de Ciney et de Modave, « que les » sables sont d'ordinaire superposés au calcaire *carbonifère* et recouverts par des dépôts quaternaires et modernes ; qu'ils sont *très abondants sur les calcaires* et font défaut sur les collines psammitiques.

Dès lors les pluies qui tombent sur les collines psammitiques, à peu près imperméables, ruissellent vers les plateaux dans lesquels elles se perdent.

Celles qui tombent sur les plateaux calcaires, éminemment perméables, pénètrent directement dans la terre en traversant des terrains détritiques, des nappes ou des poches de sables, gagnent les fissures des roches, très nombreuses vers la surface — comme on le constate dans toutes les carrières — cheminent de haut en bas par des chemins

extrêmement sinueux et capricieux, par des joints plus ou moins étroits, parfois atteignent un canal, une poche et de là un autre canal qui peut se resserrer ou s'agrandir et se diviser en plusieurs branches, notamment lorsqu'il s'approche des flancs de coteau, où la roche est de nouveau très divisée.

FILTRATION DES EAUX.

Dans leur descente lente, contrariée, difficile, vers la profondeur du sol, ou dans leur cheminement vers les points bas des vallées les eaux des calcaires carbonifères rencontrent des matières meubles, très filtrantes.

A ce propos, je ne saurais mieux m'exprimer qu'en rappelant deux courts passages du rapport de notre estimé confrère, M. *Van den Broeck*, sur les sources du Hoyoux, rapport publié dans le Bulletin de notre Société, tome IV, 1890 (1).

« En ce qui concerne les objections que l'on a tenté d'élever contre » le degré de filtration des eaux, nous ferons remarquer tout d'abord » que les eaux ne s'engouffrent pas directement dans les fentes du calcaire. Il y a des sables superficiels et des cailloux très répandus dans » toute la région ; tout en laissant passer aisément les eaux, ces dépôts » arrêtent leurs impuretés au passage ; les limons et le terrain détritique superficiel qui remplace souvent les premiers, jouent également, malgré leur faible développement, un utile rôle de filtre.

» Si, en quelques endroits, l'on peut constater des pertes d'eaux » courantes, des bétoures ou gouffres, où disparaissent les eaux au sein des calcaires, il ne faut pas perdre de vue que le chemin souterrain, très étendu, que fait faire, aux très rares eaux souterraines qui » se trouvent ici dans ce cas, la disposition des plissements calcaires, » que ce chemin souterrain, dis-je, doit permettre le dépôt et le filtrage des matières entraînées avec les eaux.

» Il est un criterium intéressant, parmi les bases scientifiques du débat, permettant de juger si les calcaires constituent seulement un » système de cavités et de canaux amenant simplement aux sources de Modave, des eaux peu filtrées, passagèrement souterraines et représentant par exemple un engouffrement d'amont des eaux du Hoyoux » lui-même ; ou bien si ces eaux de Modave doivent être considérées

(1) *Les sources de Modave et le projet du Hoyoux considérés aux points de vue géologique et hydrologique* par ERNEST VAN DEN BROECK, Conservateur au Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique. — Bruxelles, imprimerie Polleunis et Ceuterick, rue des Ursulines, 37.

» comme de véritables sources originelles formées après de longs
» parcours souterrains et après une filtration prolongée.

» Ce criterium consiste à faire appel à l'analyse chimique de
» chacune des sources, à vérifier si elles présentent de grandes diffé-
» rences et enfin à rechercher si les différences éventuelles montrent
» quelque relation avec la nature des diverses roches encaissantes. »

J'ai suivi les règles tracées par M. Van den Broeck et les bons conseils que l'honorable Directeur du Musée Royal d'Histoire naturelle, M. Dupont, a bien voulu me donner pour m'aider à déterminer la valeur des sources comme eau potable.

ANALYSES RÉPÉTÉES DES EAUX DE SOURCES.

Observations.

Pour juger de l'effet de la filtration et en même temps de l'influence des quelques bétoires ou aiguigeois signalés, j'ai observé et fait observer toutes les sources par des hommes capables et consciencieux, à toutes les époques de l'année, et je les ai soumises à de nombreuses analyses.

Par tous les temps, avant, pendant ou après les pluies, l'on a constaté la *limpidité permanente de l'eau des sources à capter*, leur *pureté chimique et bactériologique*, leur *teneur constante en calcaire dissous*, leur *température uniforme* comprise entre 10 et 11 degrés centigrades.

Tous ces faits prouvent à l'évidence que les eaux souterraines des bassins du Bocq et du Hoyoux circulent de façon à subir une *épuration parfaite*.

On jugera de cette élaboration en lisant les résultats des analyses des sources. Je prierai l'Assemblée de bien vouloir autoriser leur publication en annexe à la présente communication.

On constatera notamment qu'après les grandes pluies des mois de septembre, octobre, novembre et mi-décembre 1893, l'eau des sources du Ry-d'Août à Spontin, celle des sources de Senenne et celle de Reuleau contiennent moins de bactéries qu'à la fin de la sécheresse de l'été dernier et ne contiennent aucune bactérie pathogène.

Je ne veux pas fatiguer mes confrères par des chiffres, je ne leur en citerai que quelques-uns :

Les sources du Ry d'Août à Spontin titrent

le 24 juillet 1892	25°
le 4 septembre 1893.	25°
le 19 décembre 1893	26°

Leur résidu par litre est :

de 0^{gr},315 à la première date ;
de 0^{gr},300 à la seconde date, et encore
de 0^{gr},300 le 19 décembre 1893.

Les sources de Senenne titrent 25° et contiennent 22 bactéries par centimètre cube le 26 août 1893, après une longue sécheresse.

Les mêmes eaux recueillies le 14 décembre 1893, après trois mois et demi de fortes pluies, titrent toujours 25° et ne contiennent plus que 8 bactéries par centimètre cube.

Les sources de Reuleau titrent 26° le 24 juillet 1892, 25° le 4 septembre 1893, et encore 25° le 19 décembre suivant.

Le nombre de bactéries, toujours non pathogènes, est de 20 le 4 septembre et de 19 le 19 décembre 1893.

Les résultats sont analogues pour les autres sources du bassin du Bocq et pour celles du Hoyoux, à l'exception des deux petites sources déjà citées et dont il ne vaut pas la peine de parler.

JAUGEAGES.

Indépendamment des résultats des analyses et des observations sur la limpidité et la fraîcheur des sources, j'ai fait de *nombreux jaugeages*.

Les diagrammes de ces jaugeages, que je tiens à la disposition des membres de la Société, établissent que le *débit des sources du Bocq et du Hoyoux diminue insensiblement de juillet jusqu'à la fin de novembre, malgré les trois ou quatre mois de pluies copieuses antérieures*.

Ces résultats concordent à peu près avec l'opinion des gens du pays, d'après laquelle les sources diminuent et grossissent comme les jours.

Il est évident que si les sources étaient en relation directe avec des aiguigéois recevant des eaux de ruissellements par des canaux dans lesquels elles seraient simplement décantées et non filtrées, leur débit varierait brusquement comme celui des eaux que recevraient les aiguigéois, leur température, leur composition chimique et bactériologique seraient également très variables. Or, c'est le contraire que l'on constate.

CONCLUSION.

RÉPONSE PARTIELLE A LA PREMIÈRE QUESTION.

De ce qui précède on peut conclure :

1^o Que les sources de chacun des bassins calcaires considérés ont une commune origine; qu'elles viennent d'un même réservoir souterrain.

2^o Que la circulation, sauf les exceptions indiquées ci-après, se fait, dans les calcaires carbonifères, non par des canaux constamment en relation avec la surface par aiguigeois, mais bien par des diaclases, des joints, des cassures, des nappes de sables ou de matières meubles, des conduits de toute nature disposés de manière que les eaux, après leur parcours souterrain, soient parfaitement filtrées.

La circulation par canal souterrain en relation avec un aiguigeois superficiel ne se fait que pour les eaux qui se troublent après les pluies, c'est-à-dire pour trois petites venues d'eau, l'une à la Bruelette, l'autre à la vallée de Vyle, la troisième au ruisseau de Saint-Pierre, et improprement appelées *sources*.

Les masses calcaires du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse, et les terrains perméables homogènes, quoique de nature et de composition différentes, jouent donc un rôle analogue au point de vue de la filtration des eaux.

POURQUOI LES TERRAINS CALCAIRES DU CONDROZ SONT FILTRANTS.

Nous avons rappelé plus haut que les calcaires des bassins du Bocq et du Hoyoux appartiennent à la formation carbonifère. Les sables, qui à l'époque tertiaire recouvraient les calcaires carbonifères, sont restés en place en de nombreux points. Ailleurs les sables se sont infiltrés dans les poches, les diaclases, les aiguigeois, les canaux de toute nature. On comprend dès lors comment les eaux circulant dans ces multiples conduits, suivant la loi de la gravité, arrivent aux sources parfaitement filtrées.

Mais, indépendamment de l'action des sables, il est permis de se demander si les calcaires carbonifères, dont la pureté est si remarquable, ne joueraient pas aussi un rôle dans le phénomène de la filtration.

Nous savons que les filtres artificiels ne fonctionnent que par leur surface lorsqu'ils sont couverts à point d'une bonne *schlam*.

Les surfaces du calcaire ne joueraient-elles pas un rôle analogue?

Les calcaires carbonifères sont souvent recouverts d'une couche de bousin, c'est-à-dire de matière argilo-sableuse qu'ils ont évidemment enlevée aux eaux avec lesquelles ils sont en contact. Ce bousin adhère tellement au calcaire qu'il est impossible de l'en séparer.

Si le calcaire n'exerçait pas une action intime et profonde sur les eaux, où celles-ci iraient-elles prendre les 25 degrés hydrotimétriques reconnus par l'analyse des sources, en toutes saisons?

Quoi qu'il en soit, il est démontré et acquis aujourd'hui à la science, que les sources des calcaires du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse sont — à de rares exceptions près, sans importance et faciles à écarter — des eaux potables excellentes au point de vue des usages domestiques; que ces sources sont nombreuses et d'un débit considérable.

J'ajouterai que ces sources sont placées à une altitude convenable permettant leur adduction vers les centres populeux du pays sans l'aide d'aucune machine, et qu'elles sont faciles à capter.

CIRCONSTANCES FAVORABLES AU CAPTAGE, SURTOUT DANS LE BASSIN DU BOCQ.

A propos du captage des sources, je ferai remarquer qu'on se trouve rarement dans des conditions aussi favorables qu'au Bocq et au Hoyoux, et que je ne connais pas d'exemple où l'on ait pris tant de précautions que celles que l'on projette de prendre dans ces régions.

Toutes les sources dans les zones de travaux à effectuer ont été observées et jaugées pour ainsi dire sans interruption depuis plusieurs années. Elles ont été soumises à l'analyse chimique et bactériologique aux différentes saisons.

A part les petites exceptions isolées, déjà indiquées, toutes les eaux que l'on voit sortir du sol ont été reconnues constamment d'excellente qualité; pourquoi en serait-il autrement des eaux que l'on rencontrera dans le creusement des galeries à grande profondeur?

Les eaux d'une même origine — le réservoir souterrain s'étendant dans les profondeurs du calcaire — *peuvent-elles donc avoir des compositions différentes?*

Rien ne permet de le croire.

Dans la région Spontin-Senenne-Reuleau surtout, les circonstances locales sont éminemment favorables au captage.

Les sources étant groupées dans les coudes que forme la vallée du Bocq, la galerie destinée à les capter et à les réunir devra — pour

être directe et économique — traverser les contreforts à une grande profondeur.

L'eau que la galerie pourrait recueillir en dehors des sources et au détriment du débit de celles-ci aura donc traversé une épaisse couche de roches et de matières filtrantes ; ayant la même origine que les sources, venant des mêmes couches profondes et se trouvant bien à l'abri des influences superficielles, elle sera évidemment de la même qualité.

Une autre circonstance favorable au captage dans la susdite région résulte de ce que le lit du Bocq est établi dans un limon imperméable.

Le mélange des eaux du Bocq avec les eaux captées n'est aucunement à craindre. Dans les parties des galeries peu éloignées du Bocq on aura soin, pour plus de précaution, d'établir de petits barrages mobiles afin de pouvoir relever le plan d'eau dans les galeries au moment où, par suite de crues, le plan d'eau se relèvera dans la rivière.

Mais je ne veux pas m'étendre sur ces détails, qui concernent trop spécialement l'ingénieur, le praticien.

Si des membres de la section d'hydrologie de la Société veulent avoir des détails sur ces points, je les leur donnerai bien volontiers.

En fin de compte on sait ce que l'on obtiendra comme qualité et comme quantité par le captage des sources du Bocq et du Hoyoux.

A priori on n'en peut dire autant des galeries de drainage projetées même dans des terrains homogènes, et cependant on effectue tous les jours des drainages de ce genre pour l'alimentation des habitants en eau potable.

C'est que dans le domaine de la pratique il faut marcher et ne pas attendre vainement l'apparition de solutions idéales avant de mettre la main à l'œuvre.

OPINIONS DES INGÉNIEURS DE LA VILLE DE PARIS SUR LES BÉTOIRES.

A l'étranger on n'oublie pas ce principe élémentaire. C'est ainsi que la ville de Paris vient de dériver les sources de la Vigne et de Verneuil bien qu'il soit établi, par des expériences de coloration à la fluorescine, que ces sources sont en relation avec des aiguigeois énormes dans lesquels des rivières (l'Avre notamment) s'engouffrent.

Les services techniques de la ville de Paris, dont l'expérience et la compétence en cette matière sont bien connues, estiment que, dans l'argile à silex qui compose les terrains en amont des sources en ques-

tion, les eaux qui pénètrent par aiguigeois forment avec les eaux d'infiltration une nappe souterraine.

Ils estiment aussi que toutes ces eaux sont parfaitement filtrées avant d'arriver aux sources.

(Voir le savant rapport de M. *Gadaud*, Député à la Chambre française, sur le projet de dérivation des sources de la Vigne et de Verneuil) (1).

RÉSUMÉ.

En résumé, le nombre d'aiguigeois est très variable d'un bassin à l'autre et même dans les différentes régions d'un bassin hydrographique; les aiguigeois n'empêchent pas la formation des nappes aquifères; les canaux sont plus ou moins grands et plus ou moins nombreux; les cavernes de grandes dimensions existent dans certains calcaires et font défaut ou ont des dimensions extrêmement réduites dans d'autres. La circulation des eaux dans les calcaires se fait par un réseau de conduits et de fissures très compliqué et variable d'un bassin à l'autre. Dans certains calcaires, comme les calcaires devoniens des environs de Rochefort, qui présentent des cavernes dans lesquelles des rivières s'engouffrent, il faut distinguer entre les eaux engouffrées et les eaux qui, tombées sur les plateaux et les versants calcaires, s'infiltrent dans les profondeurs du sol, ainsi qu'on le constate dans les grottes.

Les premières eaux circulent dans un véritable lit de rivière souterraine, elles peuvent être décantées mais non filtrées; les secondes circulent par les joints et par les diaclases avant de tomber goutte à goutte dans les cavernes, et elles peuvent être filtrées.

Dans les calcaires carbonifères, notamment dans ceux des bassins du Bocq et du Hoyoux, il n'y a pas d'engouffrement d'eau de ruissellement (sauf quelques exceptions sans importance et parfaitement isolées), et d'une manière générale on peut dire que toutes les eaux souterraines proviennent de l'infiltration directe des pluies. La filtration *dûment constatée* est parfaite et conséquemment ces eaux ne circulent pas uniquement dans des canaux où elles ne seraient que décantées.

Il n'y a donc pas — comme je le disais plus haut — de règle fixe, absolue, applicable à la circulation des eaux dans tous les calcaires.

(1) Rapport fait au nom de la Commission chargée d'examiner le projet de loi ayant pour objet l'adduction des sources de La Vigne et de Verneuil. (Paris, imprimerie de la Chambre des Députés, Quentin, 7, rue Saint-Benoît.)

TABLEAUX

INDIQUANT LES RÉSULTATS DE L'ANALYSE

des eaux des principales sources du

BOCQ, DU HOYOUN, DE LA MOLIGNÉE & DE L'ORNEAU

ANNEXE A LA NOTE DE M. WALIN

SUR LES

EAUX DES CALCAIRES DU CONDOZ & DE L'ENTRE-SAMBRE-ET-MEUSE

REPRODUISANT LES DONNÉES FOURNIES PAR

M. J.-B. DEPAIRE

*à la demande de la Compagnie Intercommunale des eaux
de l'agglomération bruxelloise.*

TABEAU

des résultats de l'analyse des eaux du Bocq et de ses principales sources

RECUEILLIES EN 1892 AUX DATES INDIQUÉES

Caractères généraux ET COMPOSITION DES EAUX RECUEILLIES	SOVET — Sources de Reuleau 24 juillet	SOVET — Senenne aval du moull. 24 juillet	SPONTIN — Source Ry d'Août 24 juillet	SPONTIN — Source du Presbytère 24 juillet	CRUPEY — Sources du Crupey 25 juillet	SPONTIN — Source La Brugellette 25 juillet	SOURCE de LEIGNON 9 août	CINEY — Grosse source en face de la gare 9 août
Limpidité	Parfaite	Parfaite	Parfaite	Parfaite	Parfaite	Parfaite	Parfaite	Parfaite
Couleur	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore
Odeur	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle
Saveur	Agréable	Agréable	Agréable	Agréable	Agréable	Agréable	Agréable	Agréable
Titre hydrotimétrique .	26°	24°	25°	25°	28°	26°	18°	26°
Id. permanent	5°	5°	5°	7°	8°	5°	4°	8°
Résidu par litre . . .	ogr. 310	ogr. 308	ogr. 315	ogr. 345	ogr. 335	ogr. 303	ogr. 210	ogr. 325
Acide sulfurique . . .	ogr. 007	ogr. 005	ogr. 015	ogr. 007	ogr. 010	ogr. 007	ogr. 007	ogr. 009
Id. nitrique	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Id. nitreux	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Id. phosphorique . .	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Id. silicique	ogr. 007	ogr. 007	ogr. 008	ogr. 008	ogr. 009	ogr. 009	ogr. 008	ogr. 009
Chlore	ogr. 012	ogr. 012	ogr. 021	ogr. 017	ogr. 014	ogr. 010	ogr. 012	ogr. 015
Oxyde calcique . . .	ogr. 131	ogr. 134	ogr. 151	ogr. 137	ogr. 151	ogr. 129	ogr. 085	ogr. 015
Id. magnésique . . .	ogr. 024	ogr. 021	ogr. 021	ogr. 022	ogr. 022	ogr. 022	ogr. 006	ogr. 022
Ammoniaque saline .	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Id. albuminoïde . .	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Métaux	Traces de fer	Traces de fer	Traces de fer	Traces de fer	Traces de fer	Traces de fer	Traces de fer	Traces de fer
Bactéries pathogènes .	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune

Suite de l'analyse des eaux du Bocq recueillies aux dates indiquées ci-dessous.

Caractères généraux ET COMPOSITION DES EAUX RECUEILLIES	CINEY — Biron 26 août 1892	EMPTINNE Propriété de M. le Baron de Gerlache 26 août 1892	HALLOIS Propriété de M. M. J. S. L. L. L. 27 août 1892	DURNAL — Bois communal 27 août 1892	CINEY — Canal de fuite de la roue hydraul. 30 août 1892	CINEY — Réunion de toutes les sources 30 août 1892
Limpidité	Parfaite	Parfaite	Parfaite	Parfaite	Parfaite	Parfaite
Couleur	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore
Odeur	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle
Saveur	Agréable	Agréable	Agréable	Agréable	Agréable	Agréable
Titre hydrométrique	23°	21°	29°	20°	20°	20°
Id. permanent	4°	4°	4°	5°	5°	6°
Résidu	ogr. 275	ogr. 245	ogr. 285	ogr. 310	ogr. 310	ogr. 310
Acide sulfurique	ogr. 007	ogr. 007	ogr. 007	ogr. 010	ogr. 010	ogr. 010
Id. nitrique	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Id. nitreux	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Id. phosphorique	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Id. silicique	ogr. 007	ogr. 005	ogr. 006	ogr. 006	ogr. 007	ogr. 007
Chlore	ogr. 007	ogr. 005	ogr. 005	ogr. 009	ogr. 010	ogr. 010
Oxyde calcique	ogr. 151	ogr. 137	ogr. 160	ogr. 146	ogr. 131	ogr. 131
Id. magnésique	ogr. 022	ogr. 020	ogr. 120	ogr. 014	ogr. 014	ogr. 022
Ammoniaque saline	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Id. albuminoïde	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Métaux	Traces de fer	Traces de fer	Traces de fer	Traces de fer	Traces de fer	Traces de fer
Bactéries pathogènes	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune

Je conclus des résultats obtenus que les eaux qui m'ont été soumises sont de très bonne qualité alimentaire.

Bruxelles, le 16 septembre 1892.

(s) J.-B. DEPAIRE.

Eaux de sources du Bocq, analysées à la demande de la Compagnie intercommunale en 1893.

Caractères généraux ET COMPOSITION DES EAUX RECUEILLIES	SPONTIN — Source du Presbytère 26 août	SPONTIN — Sources des Rochers 26 août	SOVET — Source supérie de Senenne 26 août	SOVET — Source inférie de Senenne 26 août	SPONTIN — Source du Ry d'Août 4 septembre	SOVET — Source de Reuleau 4 septembre	SPONTIN — Source inférie La Brugellette 4 septembre
Limpidité.	Parfaite	Parfaite	Parfaite	Parfaite	Parfaite	Parfaite	Parfaite
Couleur	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore	Incolore
Odeur	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle	Nulle
Saveur.	Agréable	Agréable	Agréable	Agréable	Agréable	Agréable	Agréable
Titre hydrotimétrique.	250	250	250	250	250	250	250
Id. permanent.	60	70	60	60	70	60	70
Résidu par litre.	ogr. 310	ogr. 320	ogr. 325	ogr. 300	ogr. 280	ogr. 275	ogr. 275
Acide sulfurique.	ogr. 008	ogr. 009	ogr. 008	ogr. 008	ogr. 009	ogr. 010	ogr. 010
Id. nitrique	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Id. nitreux.	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Id. phosphorique	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Id. silicique	ogr. 008	ogr. 009	ogr. 010	ogr. 009	ogr. 011	ogr. 008	ogr. 008
Chlore.	ogr. 014	ogr. 012	ogr. 012	ogr. 012	ogr. 010	ogr. 023	ogr. 023
Carbonate calcaïque.	ogr. 225	ogr. 250	ogr. 252	ogr. 260	ogr. 242	ogr. 255	ogr. 215
Oxyde magnésique.	ogr. 010	ogr. 010	ogr. 009	ogr. 010	ogr. 012	ogr. 010	ogr. 011
Ammoniaque saline	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Id. organique	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence
Métaux	Traces de fer	Traces de fer	Traces de fer	Traces de fer	Traces de fer	Traces de fer	Traces de fer
Bactéries par c. cube	50	10	22	55	16	20	17
Id. pathogènes	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune	Aucune

CONCLUSION. — Je considère toutes ces eaux comme étant d'excellente qualité au point de vue alimentaire.

Bruxelles, le 8 octobre 1893.

(s) J.-B. DEPAIRE.

Eaux analysées à la demande de la Compagnie intercommunale en 1893

Caractères généraux ET COMPOSITION DES EAUX RECUEILLIES	SOURCES de la MOLIGNÉE	SOURCES DE L'ORNEAU A ONOZ-SPY	
		N ^o 1	N ^o 2
Limpidité	Parfaite	Parfaite	Parfaite
Couleur	Incolore	Incolore	Incolore
Odeur.	Nulle	Nulle	Nulle
Saveur	Agréable	Agréable	Agréable
Titre hydrotimétrique	27°	32°	32°
Id. permanent	6°	9°	6°
Résidu par litre	ogr. 310	ogr. 385	ogr. 340
Acide sulfurique	ogr. 015	ogr. 024	ogr. 021
Id. nitrique	Traces	Absence	Absence
Id. nitreux	Absence	Absence	Absence
Id. phosphorique	Absence	Absence	Absence
Id. silicique	ogr. 007	ogr. 004	ogr. 004
Chlore.	ogr. 015	ogr. 015	ogr. 014
Oxyde calcique.	ogr. 240	ogr. 295	ogr. 295
Id. magnésique	ogr. 020	ogr. 003	ogr. 003
Ammoniaque saline	Traces	Absence	Absence
Id. albuminoïde	Absence	Absence	Absence
Métaux	Traces de fer	Traces de fer	Traces de fer
Bactéries pathogènes	Aucune	Aucune	Aucune

CONCLUSION. — Je conclus des données consignées dans le tableau ci-dessus que les eaux qui m'ont été soumises doivent être rangées dans la catégorie des eaux potables de bonne qualité.

Bruxelles, le 28 février 1893.

(s) J.-B. DEPAIRE.

Eaux de sources du Bocq analysées à la demande de la Compagnie intercommunale en 1893

Caractères généraux ET COMPOSITION DES EAUX RECUEILLIES	A. Sources du Ry d'Août à Spontin 19 décembre	B. Sources de Senenne 14 décembre	C. Sources de Reuleau 19 décembre
Limpidité	Parfaite	Parfaite	Parfaite
Couleur	Incolore	Incolore	Incolore
Odeur.	Nulle	Nulle	Nulle
Saveur	Agréable	Agréable	Agréable
Titre hydrotimétrique	26°	25°	25°
Id. permanent	9°	7°	8°
Matières dissoutes par litre	ogr. 300	ogr. 280	ogr. 260
Acide sulfurique	ogr. 001	ogr. 0018	ogr. 0018
Id. nitrique	Absence	Absence	Absence
Id. nitreux	Absence	Absence	Absence
Id. phosphorique	Absence	Absence	Absence
Id. silicique	ogr. 009	ogr. 008	ogr. 008
Chlore	ogr. 012	ogr. 010	ogr. 008
Carbonate calcique	ogr. 236	ogr. 230	ogr. 225
Oxyde magnésique	ogr. 014	ogr. 010	ogr. 010
Ammoniaque saline	Absence	Absence	Absence
Id. organique	Absence	Absence	Absence
Métaux	Traces de fer	Traces de fer	Traces de fer
Bactéries par c cube	12	8	14
Id. pathogènes	Aucune	Aucune	Aucune

CONCLUSION. — Je considère ces eaux comme étant de très bonne qualité au point de vue alimentaire.

Bruxelles, le 4 janvier 1894.

(s) J.-B. DEPAIRE.

ANALYSE DES EAUX DE MODAVE

SOURCES DITES

	ÉTANG	DOC	MOYEN	MOULIN	RUISSEAU de Pailhe
--	-------	-----	-------	--------	-----------------------

Eaux recueillies à Modave le 17 mai 1889.

Titre hydrotimétrique.	28°	28°	28°	28°	28°
Id. après ébullition.	7.7	8	6	8	9.5
Résidu séché à 100° c. par litre.	ogr.300	ogr.300	ogr.300	ogr.300	ogr.320
Oxyde calcique id.	0. 116	0. 107	0. 116	0. 107	0. 109
Id. magnésique id.	0. 038	0. 033	0. 038	0. 032	0. 039
Ammoniaque saline id.	"	"	"	"	"
Id. albuminoïde id.	"	"	"	"	"
Anhydride sulfurique id.	0. 014	0. 014	0. 014	0. 009	0. 013
Id. nitrique id.	0. 0086	0. 0079	0. 0075	0. 0086	0. 0086
Id. nitreux id.	"	"	"	"	"
Chlore id.	0. 0177	0. 0141	0. 0141	0. 0141	0. 0106
Air id.	23 cc. 47	24 cc. 78	25 cc. 77	26 cc. 72	24 cc. 40
Oxygène dans 100 d'air	31.2	31.1	31.4	31.1	31.1

Ces eaux étaient parfaitement limpides, incolores et inodores. Leur saveur était agréable; leur température variait entre 11° et 12°, celle de l'air étant 19° c.

Eaux recueillies à Modave le 28 août 1889.

Titre hydrotimétrique.	28°	28°	28°	27° 7	28°
Id. après ébullition.	7.8	8	6.7	7.8	9.2
Résidu séché à 100° c. par litre.	ogr.300	ogr.300	ogr.300	ogr.289	ogr.312
Oxyde calcique id.	0. 116	0. 116	0. 117	0. 106	0. 109
Id. magnésique id.	0. 038	0. 036	0. 038	0. 030	0. 039
Ammoniaque saline id.	"	"	"	"	"
Id. albuminoïde id.	"	"	"	"	"
Anhydride sulfurique id.	0. 014	0. 014	0. 014	0. 009	0. 013
Id. nitrique id.	0. 0084	0. 0083	0. 0083	0. 008	0. 0086
Id. nitreux id.	"	"	"	"	"
Chlore id.	0. 0172	0. 0141	0. 0141	0. 0141	0. 0122
Air id.	26 cc. 4	24 cc. 6	25 cc. 6	25 cc. 72	24 cc. 94
Oxygène dans 100 d'air	31.2	31.0	31.1	31.1	31.3

Température variant de 10° à 11°. — Température de l'air 20°.

Limpides, incolores, inodores, agréables au goût, comme celles du 17 mai 1889.

Eaux recueillies à Modave le 15 octobre 1889.

Titre hydrotimétrique.	28°	28°	28°	27° 7	28°
Id. après ébullition.	7.9	8	7.2	7.0	9.1
Résidu séché à 100° c. par litre.	ogr.300	ogr.300	ogr.300	ogr.290	ogr.304
Oxyde calcique id.	0. 117	0. 117	0. 116	0. 109	0. 111
Id. magnésique id.	0. 037	0. 037	0. 038	0. 030	0. 039
Ammoniaque saline id.	"	"	"	"	"
Id. albuminoïde id.	"	"	"	"	"
Anhydride sulfurique id.	0. 014	0. 014	0. 014	0. 010	0. 014
Id. nitrique id.	0. 0086	0. 0086	0. 0085	0. 0081	0. 0089
Id. nitreux id.	"	"	"	"	"
Chlore id.	0. 0172	0. 0140	0. 0140	0. 0139	0. 0134
Air id.	26 cc. 80	25 cc. 90	25 cc. 20	25 cc. 70	25 cc. 30
Oxygène dans 100 d'air	31.00	31.00	31.4	31.4	31.3

Température des sources 10° à 10° 5. — Température de l'air 14°.

Caractères organoleptiques à ceux précédemment indiqués.

En résumé, ces eaux ont sensiblement la même composition chimique. Je les considère comme réunissant les conditions des eaux potables de très bonne qualité.

(Signé) J.-B. DEPAIRE.

M. le *Président* remercie M. Walin de son intéressante communication; il estime que, ainsi qu'il a été décidé pour le travail de M. Putzeys, il n'est pas possible de discuter avec fruit de semblables travaux, sans qu'ils aient été l'objet d'une lecture sérieuse; en conséquence l'impression du mémoire ayant été proposée, est adoptée.

M. *Moulan* fait savoir qu'il donnera prochainement l'énumération complète des grottes de quelque importance existant en Belgique; on pourra voir alors dans quel calcaire elles sont creusées.

M. *Jottrand* fait remarquer qu'il existe de nombreuses grottes en France, dans le Harz, dans la Carniole, en Grèce, etc., et qu'il serait utile de connaître la nature des masses calcaires qui les renferment.

M. *Dupont* dit que les grottes du Harz sont creusées dans le calcaire devonien.

M. *Zune* fait don, pour la bibliothèque de la Société, de son ouvrage intitulé : « *Traité d'analyse chimique micrographique et microbiologique des eaux potables.* » 1 vol. in-8°. Paris-Bruxelles, 1894.

Il annonce que les membres de la Société qui désireraient se procurer cet ouvrage pourront l'obtenir à des conditions avantageuses.

M. le *Président* remercie vivement M. Zune de cette marque de bienveillance et ajoute que son don sera d'autant plus estimé que l'on connaît la compétence spéciale de l'auteur pour les questions traitées.

M. le *Président* demande si des membres présents désirent se faire inscrire pour la prochaine séance d'applications géologiques.

M. *François* pense, qu'en principe, on pourrait décider une séance d'hydrologie pour le mardi 17 avril prochain. — Adopté.

M. *Cuvelier* fait remarquer que la prochaine séance mensuelle de la société est indiquée au tableau pour le 27 mars; il propose de remettre cette séance au 3 avril, attendu que le 27 mars est le mardi de Pâques. — Adopté.

La séance est levée à 10 heures quinze.

BIBLIOGRAPHIE

Das Wasserwerk der freien und Hansestadt Hamburg unter besonderer Berücksichtigung der in den Jahren 1891-1893 ausgeführten Filtrationsanlagen, — dargestellt von F. ANDREAS MEYER, Ober-Ingenieur der Bau-Deputation in Hamburg. — Mit 35 Abbildungen und 4 Tafeln. — Verlag von Otto Meisner in Hamburg, 1894.

La ville de Hambourg a acquis une triste célébrité à la suite de l'épidémie de choléra au mois d'août 1892. Cette expérience, faite en grand sur une population de près de 600.000 âmes, n'a pas été perdue pour l'humanité; elle a été suivie attentivement par des observateurs comme Koch et l'on sait que ce dernier en a profité pour donner quelques règles pratiques au sujet du filtrage des eaux.

L'accident de Hambourg a mis en lumière certains faits importants. En premier lieu, il est incontestable que le germe cholérique s'est bien montré la cause efficiente de la maladie et le scepticisme d'une partie du corps médical sur ce sujet n'est plus du doute scientifique, mais de l'entêtement pur et simple. — Il a été établi ensuite d'une façon tout à fait péremptoire que l'eau a été le véhicule du contagé, du moins le véhicule initial et principal; la théorie de Pettenkofer au sujet des conditions spéciales du sous-sol sur la genèse des épidémies, s'est trouvée complètement impuissante pour rendre compte des faits. — Enfin, la comparaison avec Altona, qui prend aussi l'eau de l'Elbe, encore plus bas que Hambourg, mais qui a un bon filtrage au sable, démontre la haute valeur de ce procédé de purification. Cette dernière conclusion surtout est importante et on ne peut assez y attirer l'attention dans une publication en langue française; il y a en effet trop d'ingénieurs et d'hygiénistes, tant français que belges, qui se refusent, par des raisons purement théoriques, à admettre l'efficacité du filtrage au sable.

L'ouvrage de M. Meyer donne l'historique de la distribution d'eau à Hambourg. Plusieurs canalisations dateraient du XIV^e siècle. La première distribution moderne a été concédée en 1807 et exécutée en 1822 par Bieber. En 1833 et 1843, Smith exécuta deux autres distributions.

On sait qu'un formidable incendie détruisit en 1842 un cinquième des maisons ; plusieurs de ces distributions eurent leurs usines brûlées. L'administration établit une canalisation étendue, munie de nombreuses bouches d'arrosage et reprit en 1851 et 52 la plupart des concessions particulières. L'eau fut prise à l'Elbe et le seul traitement préalable était une décantation dans trois grands réservoirs.

C'est ici que l'histoire se corse : l'ingénieur William Lindley, qui avait fourni les plans de la canalisation, avait, dès 1853, déclaré indispensable le filtrage au sable et son projet avait été accepté ; les travaux devaient commencer en 1857 ; mais précisément dans cette année, il survint une crise commerciale, l'état financier de la ville se trouva obéré et l'on arrêta tous les travaux d'hygiène. On voit qu'il en est un peu de même partout ; les économies se font généralement à rebours ; au lieu de supprimer les dépenses somptuaires, on rogne les crédits pour les travaux d'hygiène.

Après les difficultés résultant de la crise financière, survinrent des difficultés administratives. La ville de Hambourg était restée à peu près ce qu'elle était au moyen âge et il fallut procéder à une réorganisation complète de tous les services administratifs. On réorganisa lentement à Hambourg ; le nouveau bureau des travaux publics ne fut constitué qu'en 1867.

Plusieurs grands travaux étaient à faire et au point de vue de l'hygiène notamment, les égouts et le filtrage pour l'eau potable. Le plus pressé était incontestablement le dernier ; mais il faut par la pensée se reporter de 25 ans en arrière, c'est-à-dire à une époque où le rôle des microbes n'était pas connu, où la théorie miasmatique des maladies contagieuses battait son plein. On fit donc d'abord les égouts.

En 1871, on créa un poste d'inspecteur d'hygiène et l'on nomma à cet emploi le Dr Krauss. Le premier soin de ce fonctionnaire fut d'attirer l'attention du service technique sur la nécessité du filtrage central et depuis lors il ne cessa de revenir sur cette question avec la plus grande ténacité.

Vers cette même époque M. Andreas Meyer fut nommé ingénieur en chef et il entra immédiatement dans les vues du Dr Krauss. Un nouveau projet fut préparé et renvoyé en 1876 à une commission spé-

ciale des autorités communales. On allait donc aboutir enfin à une solution, quand il surgit une opposition formidable de la part des marchands de filtres domestiques (*geschäftliche Vertreter der Kleinfiltration*, dit l'auteur). On nomma une commission chargée d'aller étudier en France les filtres domestiques et en Angleterre les grands filtres centraux. Cette commission conclut à l'inefficacité des filtres domestiques, à l'efficacité du filtrage en grand. Comme résultat pratique, l'autorité décida l'installation d'un filtrage central et fit faire de nouveaux plans. La *Bürgerschaft* (Conseil des bourgeois) renvoya le tout à l'avis d'une nouvelle commission, composée de M. Henry Gill, directeur des eaux de Berlin, et de l'ingénieur Aug. Folsch, en 1878 ; ces Messieurs prirent deux ans pour faire leur rapport, améliorèrent le projet primitif dans certains points et comme c'étaient des personnalités d'une compétence et d'une impartialité reconnues, on pouvait croire que leur avis serait définitif.

Mais on avait compté sans les faiseurs de projets. Pendant plusieurs années, les propositions pour l'alimentation en eau potable tombèrent dru comme la grêle dans les bureaux du service technique : drainage de divers districts, captation de sources, puits artésiens, eaux du Teutoburgerwald ou des montagnes du Harz. Comme partout ailleurs, la fantaisie la plus échevelée s'est donné libre carrière : on traverse les fleuves, on coupe les montagnes, on fait couler des fleuves d'eau pure à travers des lieues et des lieues de pays.

Les auteurs de tous ces projets contradictoires s'entendent cependant instinctivement sur un point : la nécessité d'entraver l'exécution du projet adopté par l'autorité compétente. C'est l'ennemi commun, contre lequel ils réunissent leurs efforts. Cela ne leur a malheureusement que trop bien réussi à Hambourg. Les autorités ont imposé au service technique l'étude de tous les projets et naturellement, entre-temps, on restait dans le statu quo.

Quand toutes ces difficultés eurent été écartées, il en surgit de nouvelles. Mais ici, nous citerons textuellement :

« Il est presque incroyable, en présence des renseignements si »
» complets réunis dès le commencement de la huitième décade, qu'on »
» soit parvenu encore à arrêter pendant de longues années l'exécution »
» des travaux pour l'établissement du filtrage central. Ce résultat a »
» été dû à un homme influent dans la bourgeoisie, le Dr Gerson, qui »
» dès 1876 s'était constitué le champion fanatique du filtrage domes- »
» tique d'après le système David ; lorsque ce système fut définiti- »
» vement rejeté, il en inventa un lui-même. Il fit des expériences, »
» attira l'attention du public avec beaucoup de réclame, prétendit

» avoir alimenté avec succès d'autres villes importantes, notamment
 » Astrakan et réussit ainsi à arrêter l'exécution des travaux, à plusieurs
 » reprises, pour faire faire de nouvelles enquêtes sur son procédé à
 » lui. Ce n'est qu'après plusieurs années et quand on eut démontré
 » l'inanité de toutes ces assertions, qu'on réussit à écarter cette cause
 » d'arrêt. »

Une décision définitive intervint enfin en 1888, le Sénat et la bourgeoisie acceptant le projet du service technique. Mais l'exécution de ce projet devait entraîner à des dépenses considérables et il fallut majorer les tarifs. Il se produisit un conflit entre le Sénat et les représentants de la bourgeoisie ; on voulait bien un service public parfaitement organisé, mais on ne voulait pas payer en conséquence. Deux années se passèrent en négociations et enfin on se mit d'accord en juillet 1890 et l'on commença les travaux dans l'automne de la même année ; ils devaient être terminés en 1894.

Tous les travaux étaient en bonne voie, quand survint en août 1892 l'épidémie de choléra. Il paraît que la maladie aurait été apportée par des émigrants russes qui auraient campé sur les bords de l'Elbe, près des Travaux d'Eau. Depuis quelques jours, il y avait des bruits vagues, puis un matin on constata une dizaine de décès dans les hôpitaux, avec des entrées de malades d'heure en heure ; le lendemain, il y avait 30 décès, puis 100, 200, 500, 800, 1.000, 1.200. Qu'on essaye de se figurer la situation des autorités devant cette progression. Où cela allait-il s'arrêter ? En une semaine tous les hôpitaux étaient bondés, plusieurs milliers de cadavres attendaient la sépulture, la panique se mit dans la population.

M. A. Meyer décrit dans un laconisme éloquent l'effet de ce désastre sur les travaux :

« Les fournitures s'arrêtèrent, les bateliers et les ouvriers partirent,
 » l'entrepreneur pour les maçonneries des bassins et des filtres mourut,
 » les quarantaines vinrent tout entraver, le prix des matériaux et de la
 » main-d'œuvre s'élevèrent rapidement. Mais on passa à travers toutes
 » ces difficultés avec la plus grande énergie ; le travail fut forcé, avec
 » double équipe de jour et de nuit, à la lumière électrique, sans repos
 » dominical. On utilisa des matériaux d'origine plus lointaine ; c'est
 » ainsi que pour le sable des filtres on ouvrit une nouvelle carrière et
 » l'on fit des frais considérables pour doubler les appareils de lavage
 » du sable. On réussit ainsi à mettre en ordre pour le 1^{er} mai 1893,
 » des installations suffisantes pour filtrer environ la moitié de la quan-
 » tité consommée par jour et, le 27 mai 1893, on ferma l'ancienne prise
 » à l'Elbe et toute l'eau fournie était désormais filtrée. »

Il y a une morale à tirer de cette histoire et M. Meyer, avec beaucoup de courage et d'indépendance, la fait ressortir : c'est qu'il faut laisser faire les spécialistes qui ont la responsabilité de la santé publique et qui seuls ont la compétence nécessaire; l'intervention du grand public dans ces questions est toujours un mal. A Hambourg, cela a amené un désastre. Il est à constater aussi que ceux-là précisément qui ont le plus entravé la marche normale des événements, sont toujours les premiers pour crier quand il est trop tard et pour accuser les autres.

Le devis primitif s'élevait à 6.725.000 marks; la façon dont il a fallu pousser les travaux pour les achever en mai 1893 au lieu de fin 1894, a naturellement amené une forte majoration de dépenses, soit de 2.700.000 marks.

Les installations actuelles comprennent :

4 bassins de décantation de $350 \times 120 \times 2$ mètres, soit une capacité de 80.000 mètres cubes chacun; on peut donc emmagasiner 320.000 mètres cubes.

18 filtres quadrangulaires de 7650 mètres carrés de surface chacun, soit une surface totale de plus de 136.000 mètres carrés.

Un réservoir d'eau filtrée d'une contenance utile de 10.000 mètres cubes.

Une tour de pression (château d'eau) de 76 mètres de haut, servant d'enveloppe à la cheminée des chaudières.

Chaudières et machines de foulage.

Il y a quelques remarques spéciales à faire sur ces diverses installations :

Une question assez accessoire, semble-t-il, mais qui a été discutée à fond à Hambourg, a trait à la construction des filtres. Les deux commissaires de 1880 (MM. Gill et Folsch) avaient fortement insisté pour faire des filtres non en talus, mais à parois verticales. Ce dispositif a l'avantage d'épargner beaucoup de place, mais il a l'inconvénient de nécessiter, pour ces murs, des fondements difficiles à faire dans un mauvais terrain. On conçoit que l'économie de terrain soit une considération importante près de Londres, où en général le sous-sol est ferme. Mais à Hambourg, il fallait construire dans des dépôts de l'Elbe et M. Meyer objectait avec raison qu'on n'aurait pas réussi à tenir les filtres étanches. Il a soulevé encore un autre point : le filtrage imparfait de l'eau entre le mur et le sable. Dans toute la masse du filtre, les grains de sable sont pour ainsi dire imbriqués; les particules solides en suspension (inorganiques ou organisées) ont à suivre des

voies tortueuses et, butant contre les grains, restent collées à la couche mucilagineuse qui les recouvre. Contre les parois au contraire, les grains sont simplement en contact et les espaces libres doivent être plus grands, permettant une percolation plus rapide. Avec un talus, cela est moindre qu'avec une paroi verticale.

Les dimensions des filtres sont beaucoup plus considérables que ce que l'on fait d'ordinaire. Tandis que presque partout ailleurs on ne dépasse guère les 4000 mètres carrés, les filtres de Hambourg ont chacun 7650 mètres. L'inconvénient des grands filtres est surtout la difficulté d'un nettoyage rapide et la diminution de surface filtrante résultant de la mise hors de service pendant ce temps d'un ou de plusieurs bassins. Mais M. Meyer fait remarquer qu'il s'agit ici d'une question de pourcentage, d'une proportion entre la surface qu'il faut nécessairement soustraire à l'activité à chaque nettoyage et la surface totale. Or, il y a 18 filtres et la vitesse de filtrage ordinaire est de beaucoup inférieure à la vitesse normale de Koch. Les grands filtres de Hambourg n'ont donné lieu jusqu'ici à aucun inconvénient.

On sait qu'un des éléments les plus importants pour obtenir de bons résultats bactériologiques est la régularité de la vitesse de filtrage. Il vaut mieux filtrer à une vitesse relativement élevée, mais constante, que de varier brusquement des vitesses moindres. On a donc apporté dans ces derniers temps la plus grande attention sur ce point et proposé un certain nombre de dispositifs automatiques. Après quelques essais, on en est pourtant revenu à Hambourg à un simple réglage à la main. Les causes qui peuvent influencer sur la vitesse de filtration sont multiples : la hauteur de la colonne d'eau sur le sable, — l'état du filtre lui-même, très poreux au début et s'obstruant graduellement ; — la contre-pression de l'eau dans le réservoir d'eau pure. On peut dans la pratique écarter la première cause perturbatrice en maintenant les filtres à un niveau constant ; on écarte également la seconde en ne raccordant pas directement le tuyau de décharge des filtres avec le réservoir d'eau pure, mais en recevant ce tuyau dans une chambre avec un déversoir mobile. Quand on connaît la hauteur de l'eau au-dessus du bord supérieur de ce déversoir, les formules donnent très exactement le débit ; inversement, pour obtenir un débit donné, il suffit de réaliser au-dessus du seuil la hauteur d'eau correspondante. Voici maintenant comment les choses sont arrangées à Hambourg : la chambre de réception de chaque filtre a un barrage mobile, auquel est attachée une tige portant un disque ; dans la même chambre il y a un flotteur aussi avec une tige ; on a donc ainsi une indication de la

situation réciproque du barrage et du niveau de l'eau et un trait horizontal sur le disque indique au préposé à la manœuvre des filtres la position que doit avoir le flotteur pour obtenir la marche voulue du filtre.

Cette vitesse normale a été calculée à mètre 0.062 1/2 par heure, c'est-à-dire qu'en 24 heures une colonne de 1^m,510 d'eau passe à travers le sable. C'est là un filtrage très lent et de beaucoup inférieur au chiffre de 100 millimètres par heure (2,40 mètres par jour) admis par Koch.

Nous nous bornerons à mentionner les installations accessoires ordinaires : hangars, remises, dépôt de charbon, habitation du personnel, etc. Il y a une installation spéciale pour l'éclairage et le chauffage au gaz d'eau, obtenu en faisant passer de la vapeur sur du coke incandescent ; on emploie des becs Fahnejelm au magnésium et le bec Auer ; comme les fuites de ce gaz sont dangereuses par la présence d'oxyde de carbone, on lui donne de l'odeur au moyen du mercaptan, ce qui doit être assez peu agréable. On chauffe au gaz en hiver toutes les maisonnettes où se trouvent les vannes et les déversoirs des filtres et des bassins, les habitations, le laboratoire, etc.

Rien ne montre mieux l'esprit scientifique qui distingue l'Allemagne et dont le désastre de 1892 a fait apprécier toute l'utilité, que l'installation de ce laboratoire. La construction a coûté Mks 46.000, son installation Mks 7.000 et il dispose d'un crédit annuel de Mks 4.000, non compris les traitements. Il y aura en outre une pinasse à vapeur de Mks 15.000 pour circuler sur l'Elbe.

La consommation d'eau à Hambourg est extraordinairement élevée. Pour une population de moins de 600.000 habitants, on a pompé jusqu'au delà de 161.000 mètres cubes, soit 278 litres par tête. La population est habituée à avoir l'eau par robinet libre, c'est-à-dire sans compteur, et il doit se produire énormément de gaspillage ; il est bien évident, ainsi que le dit l'auteur, que si l'on veut étendre à toute la ville le système de l'alimentation permanente, il faudra prendre des mesures pour établir un contrôle, faute de quoi les installations actuelles, quel qu'étendue qu'elles soient, deviendront rapidement insuffisantes et il faudra encore des millions et des millions de marcs.

Le travail de M. Meyer révèle un ingénieur compétent, ayant compris depuis longtemps les principes d'hygiène se rattachant à la question des eaux et consentant de la grave responsabilité qu'assument tous ceux qui ont à alimenter une grande ville. Il faut une certaine dose de cou-

rage pour dire aussi nettement la vérité, comme dans son historique des difficultés que l'on a soulevées comme à plaisir pour retarder l'établissement du filtrage et qui ont eu, à la vingt-quatrième heure, de si sinistres résultats. Mais il y a dans cet historique, un enseignement qu'il serait dommage de laisser se perdre : les autorités doivent faire étudier les grands travaux par leur personnel technique ; celui-ci doit être compétent, impartial et s'entourer de tous les renseignements. Mais une fois qu'une décision a été définitivement prise, il ne faut plus se laisser arrêter par aucune considération et laisser crier les inventeurs méconnus, les auteurs des plans refusés. Les tergiversations, les faiblesses sont souvent cruellement punies et on ne doit pas oublier qu'il s'agit toujours, en fin de compte, de ce qu'il y a de plus précieux, de ce que tous les trésors ne peuvent racheter : de vies humaines.

Ad. K.

SÉANCE MENSUELLE DU 27 MARS 1894

Présidence de M. G. Jottrand, Président.

Après avoir donné lecture de la correspondance, exclusivement d'affaires, M. le *Secrétaire* annonce que, parmi les publications déposées sur le Bureau, se trouvent deux exemplaires du fascicule 2-3 du tome VII (1893) du *Bulletin* de la Société. Ce document a été distribué ces jours derniers aux membres fréquentant nos séances, de sorte que l'on peut procéder à l'adoption des Procès-Verbaux contenus dans ce fascicule.

L'Assemblée adopte les Procès-Verbaux des séances du 6 avril 1893 jusqu'à celui du 28 novembre 1893.

Dons et envois reçus (*Périodiques ordinaires non compris*).

1° De la part des auteurs :

- 1821 **Mieg (M.). Bleicher et Fliche.** *Contribution à l'étude des terrains tertiaires d'Alsace.* Ext. in-8°. 11 pages, 1892.
- 1822 **Mieg (M.).** *Note sur le sondage exécuté dans la propriété de M. André Koechlin, au Hasenrain, pendant les années 1836 et 1837.* Extr. in-8°, 6 pages, Mulhouse, 1893.
- 1823 **Zune (A.-J.).** *Traité d'analyse chimique micrographique et microbiologique des eaux potables.* 1 vol. in-8°, 380 pages, 2 planches, Paris-Bruxelles, 1894.

2° Extraits de notre *Bulletin* :

- 1824 **Dollo (L.).** *Nouvelle note sur l'ostéologie des Mosasauriens.* 2 exemplaires.

3° Périodiques nouveaux :

- 1825 *Tablettes mensuelles de la Société royale de médecine publique de Belgique.*

Présentation de nouveaux membres.

Est présenté, en qualité de membre effectif.

M. MASSON, Directeur du laboratoire agricole de Gembloux.

1894. P.-V.

Communications du Bureau.

M. le *Président* annonce que le Conseil de l'Université libre de Bruxelles veut bien mettre périodiquement à la disposition de la Société la salle du Conseil de l'Université en vue d'y tenir ses séances ordinaires et, chaque fois que la demande en sera faite, l'Amphithéâtre de physiologie, pour les conférences et séances avec projections lumineuses. (*Remerciements.*)

Sur la proposition du Conseil, communiquée par M. le *Président*, l'Assemblée autorise le tirage à part d'un certain nombre (50 à 200 exemplaires suivant l'avis du Bureau) d'exemplaires des Procès-Verbaux des séances d'Applications géologiques, qui seront distribués aux Administrations et personnes intéressées, dans un but exclusif de diffusion scientifique.

Sur la proposition du Conseil, l'Assemblée accorde à la *Société géologique de la province de Luxembourg* l'échange de nos publications et l'offre de toute la série parue.

Il est admis également par l'Assemblée que, individuellement, tout membre de cette Société aura le droit de demander, moyennant une cotisation de 5 francs par an, le titre de *membre affilié*, qui lui donnera droit aux Procès-Verbaux de nos séances. Une cotisation de 10 francs lui donnera, en outre, droit au *Bulletin* (Mémoires et Procès-Verbaux réunis). Aucun droit d'entrée ne sera exigé de cette catégorie d'adhérents. Les membres ainsi affiliés à la Société belge de Géologie auront le droit de consulter, avec prêt au dehors, les ouvrages de notre Bibliothèque et, sous réserve de l'approbation du Comité de publication, ils sont autorisés à faire publier dans nos *Bulletins* les travaux géologiques qu'ils nous présenteraient et dont 50 exemplaires leur seront réservés sous forme de tirés à part.

M. le *Président* espère que ces avantages spéciaux faits à nos confrères de la *Société géologique du Luxembourg* ne seront pas improductifs de part et d'autre, et que les progrès de la géologie de cette région du pays vont prendre un nouvel et brillant essor.

Communications des membres.

1^o M. A. STAINIER fait une communication sur les **Changements du cours de la Meuse pendant et depuis l'époque quaternaire**. Ce travail, dont l'impression est votée aux *Mémoires* avec la planche qui l'accompagne, se trouve résumé comme suit par l'auteur dans une note destinée aux *Procès-Verbaux*:

M. Stainier prend la parole pour exposer brièvement les résultats d'une étude régionale sur le cours de la Meuse. L'âge et le mode de

creusement de nos grandes vallées de la Haute-Belgique sont encore en discussion. M. Stainier montre que l'examen d'une carte qu'il a dressée peut cependant fournir des conclusions intéressantes. Sur cette carte, il a figuré l'extension des différents dépôts fluviaux successifs que la Meuse a laissés à travers les âges. De l'étude de cette carte et des coupes transversales qui l'accompagnent, M. Stainier déduit les phases successives par lesquelles a passé le creusement de la vallée. Il montre la Meuse approfondissant son lit d'une façon intermittente, tantôt creusant, tantôt alluvionnant. En même temps que se produit cet approfondissement, la largeur du fleuve va sans cesse diminuant et de plus, de rectiligne qu'il était, le lit de la Meuse montre une tendance continue à se déplacer, modifiant ainsi continuellement et variant le profil de la vallée. Enfin M. Stainier résume en quelques énoncés les principaux résultats de son étude.

Après cette communication, MM. *Rutot* et *Van den Broeck* émettent quelques réflexions dont l'auteur admet le bien fondé et dont il tiendra compte pour la rédaction définitive de son travail.

2° L. DOLLO. **Qu'est-ce qu'une Éponge?**

L'auteur résume l'état actuel de nos connaissances sur les Éponges, d'après les travaux les plus récents.

Il insiste, notamment, sur les relations de ces Organismes avec les Choanoflagellates.

3° M. le Dr *Pergens* a envoyé la communication suivante :

LES BRYOZOAIRES

DU

SÉNONIEN DE LA CARRIÈRE DE L'ARCHE DE LÈVES

PRÈS CHARTRES

PAR LE

Dr Pergens.

M. de Grossouvre, ingénieur en chef des mines, a eu l'obligeance de m'envoyer des matériaux provenant du Sénonien de la carrière de l'Arche de Lèves, localité située au N. et près de Chartres. L'horizon exact ne peut encore être déterminé, mais ce qui est certain, c'est que la

faune appartient au Sénonien. Elle se compose de 40 espèces, dont une apparaît à l'époque jurassique, 9 au Crétacé infra-Sénonien, toutes sont connues du Sénonien de France, 8 du Maestrichtien et du Sénonien du Limbourg, 16 du Crétacé supérieur d'Angleterre, 7 de l'Allemagne, 9 du Danemark, 5 de la Suède, 6 de l'Éocène, 3 ou 4 du Miocène ou du Pliocène, 2 ou 3 vivent encore à l'époque actuelle.

***Stomatopora granulata*, Edwards.**

1837. *Stomatopora granulata*, Edwards, Ann. des sci. nat., t. IX, p. 207, pl. XVI, fig. 3.

Il y a deux spécimens de cette espèce, qui représentent la forme figurée par d'Orbigny comme *Stomatopora incrassata*. L'espèce remonte du Néocomien jusqu'à l'époque actuelle peut-être.

***Stomatopora cornucopiæ*, d'Orbigny.**

1850/52. *Stomatopora cornucopiæ*, d'Orbigny, Pal. franç., Terr. cré. t. IV, p. 855, pl. 633, fig. 11-13, pl. 634, fig. 7-9.

Trois colonies de cette espèce ont été trouvées dans le matériel de l'Arche de Lèves; l'espèce n'est connue que du Crétacé de France et d'Angleterre.

***Diastopora papillosa*, Reuss.**

1846. *Diastopora papillosa*, Reuss, Verstein. d. böhm. Kreide, p. 65, pl. XV, fig. 44-45.

Deux colonies de cette forme ont été rencontrées; l'espèce n'est connue que du Sénonien; je la possède des environs de Maestricht et de Woncq.

***Discosparsa clypeiformis*, d'Orbigny.**

1850/52. *Discosparsa clypeiformis*, d'Orbigny, Terr. cré., t. V, p. 824, pl. 758, fig. 6-9.

Plusieurs colonies libres ou adhérent à d'autres colonies ont été rencontrées; la formation de nouvelles colonies se fait surtout sur un point de la périphérie, d'où partent les nouvelles zoécies qui recouvrent une partie de la colonie mère. Elle est du Sénonien de France.

***Idmonea alternata*, d'Orbigny.**

1850/52. *Filisparsa alternata* (*Entalophora*) d'Orbigny, Terr. cré., t. V, p. 819, pl. 621, fig. 7. *Idmonea subalternata*, ibid., p. 746, pl. 621, fig. 7.

Cette forme a été décrite par d'Orbigny sous deux noms avec renvoi à la même figure. (Voir Bull. Soc. belge de Géol., t. III. Mém., p. 343, 1889.) L'espèce est du Sénonien.

NOMS DES ESPÈCES.	Jurassique.	Crétacé inférieur.	Sénonien et Crétacé supér.							Tert. mioc. et plioc.	Récents.	
			l'Arche de Lèves.	France.	Limbourg (1).	Angleterre.	Allemagne.	Danemark (1).	Suède (1).			Éocène (1).
<i>Stomatopora granulata</i> , Edw.	—	×	×	×	×	×	×	×	—	×	×	×
— <i>cornucopiæ</i> , d'Orb.	—	—	×	×	—	×	—	×	—	—	—	—
<i>Diastopora papillosa</i> , Rss.	—	—	×	×	×	×	—	—	—	—	—	—
<i>Discosparsa clypeiformis</i> , d'Orb. . .	—	—	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—
<i>Idmonea alternata</i> , d'Orb.	—	—	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—
— <i>marginata</i> , d'Orb.	—	—	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—
— <i>Fischeri</i> , Perg.	—	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>convexa</i> , d'Orb.	—	—	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—
— <i>triangularis</i> , d'Orb.	—	—	×	×	×	×	×	—	—	—	—	—
— <i>carinata</i> , Röm.	—	—	×	×	×	×	×	×	×	—	—	—
— <i>communis</i> , d'Orb.	—	—	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—
<i>Reticulipora papyracea</i> , d'Orb. . .	—	—	×	×	×	×	—	—	—	—	—	—
<i>Filicavea Degrossouvrei</i> , Perg. . .	—	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Entalophora pulchella</i> , Rss.	—	×	×	×	×	—	—	—	×	×	×	×
— <i>proboscidea</i> , Edw.	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
— — var. <i>rustica</i> , Hag.	—	—	×	×	×	×	×	×	—	—	—	—
— <i>madreporacea</i> , Gldfs.	—	×	×	×	×	×	×	×	×	—	—	—
<i>Spiropora verticillata</i> , Gldfs . . .	—	×	×	×	×	×	×	×	×	—	—	—
— <i>macropora</i> , d'Orb.	—	—	×	×	×	×	—	—	—	—	—	—
<i>Heteropora costata</i> , d'Orb.	—	×	×	×	—	×	×	—	—	—	—	—
— <i>carantina</i> , d'Orb.	—	×	×	×	—	×	—	×	—	—	—	—
— <i>punctata</i> , d'Orb.	—	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Apsendesia diademoides</i> , d'Orb. . .	—	—	×	×	—	×	—	—	—	—	—	—
— <i>papyracea</i> , d'Orb.	—	—	×	×	—	×	—	×	×	—	—	—
<i>Truncatula aculeata</i> , Mich.	—	×	×	×	—	—	—	×	×	—	—	—
<i>Supercytis digitata</i> , d'Orb.	—	—	×	×	—	—	×	×	—	—	—	—
<i>Melicertites magnifica</i> , d'Orb. . .	—	—	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—
— <i>ornata</i> , d'Orb.	—	—	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—
— <i>compressa</i> , d'Orb.	—	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Membranipora reticulum</i> , L.	—	—	×	×	—	—	—	×	×	×	×	×
<i>Vincularia procera</i> , Hag.	—	—	×	×	×	—	—	—	—	×	—	—
— <i>peregrina</i> , d'Orb.	—	—	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—
— <i>multicella</i> , d'Orb.	—	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>inornata</i> , d'Orb.	—	—	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—
— <i>Ponsiana</i> , d'Orb.	—	—	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—
— <i>obeliscus</i> , d'Orb.	—	—	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—
<i>Eschara Aegea</i> , d'Orb.	—	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>antiopa</i> , d'Orb.	—	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>cymodoce</i> , d'Orb.	—	—	×	×	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>Claudia</i> , d'Orb.	—	—	×	×	×	×	—	—	—	—	—	—

(1) Cette série contient une ou plusieurs espèces nouvelles pour ces couches.

Idmonea marginata, d'Orbigny.

1850/52. *Idmonea marginata*, d'Orbigny, Terr. crét., t. V, p. 744, pl. 749, fig. 20-23.

Cette espèce est abondante dans les matériaux que j'ai reçus; il y a un spécimen qui a une extrémité avec une surface aborale convexe, l'autre avec la surface aborale concave. Elle est du Sénonien.

Idmonea Fischeri, Pergens.

1889. *Idmonea Fischeri*, Pergens, Bull. Soc. b. Géol., t. III. Mém., p. 345, pl. XII, fig. 4.

Cette espèce n'est représentée que par un seul spécimen. L'espèce est connue du Sénonien de France et du Danien de Ciply.

Idmonea convexa, d'Orbigny.

1852. *Clavitubigera convexa*, d'Orbigny, Terr. crét., t. V, p. 725, pl. 746, fig. 12-15.

Un seul exemplaire de cette espèce, qui n'est connue que du Sénonien.

Idmonea triangularis, d'Orb.

1850/52. *Crisina (Crisisina) triangularis*, d'Orbigny, *loc. cit.*, p. 915, pl. 612, fig. 11-15, pl. 614, fig. 11-15 et pl. 769, fig. 11-14.

L'espèce est représentée par une quantité de fragments; elle est connue du Sénonien de France et du Crétacé supérieur d'Angleterre.

Idmonea carinata, Römer.

1841. *Idmonea carinata*, Römer, Verstein. d. Norddeutsch. Kreidegeb. p. 21, pl. V, fig. 20.

L'espèce a été rencontrée une vingtaine de fois; elle va du Sénonien au Tertiaire; dans le terrain crétacé elle est très répandue; elle se rencontre en France, en Belgique, en Allemagne, en Angleterre; je la possède du Danien de Faxe et de Annetorp; du *Limsten* de Stevn's Klint, du Sénonien de cette localité, ainsi que de l'île de Saltholm.

Idmonea communis, d'Orbigny.

1850/52. *Idmonea communis*, d'Orbigny, Terr. crét., t. V, p. 745, pl. 750, fig. 6-10.

Il y a bon nombre d'exemplaires; les tiges grêles ont trois orifices zoéciaux par crête, les autres généralement quatre, rarement cinq ou six. L'espèce est connue du Sénonien.

Reticulipora papyracea, d'Orbigny.

1850/52. *Reticulipora papyracea*, d'Orbigny, Terr. crét., t. V, p. 907, pl. 611, fig. 1-5, pl. 768, fig. 3-10.

L'espèce est assez abondante; en dehors du Crétacé supérieur de France on la rencontre aussi dans celui d'Angleterre.

Filicavea Degrossouvrei, Pergens.

1852. *Filicavea dactylus*, d'Orbigny, prop. p. 940, pl. 773, fig. 8-11; non pl. 607, fig. 13-16.

La colonie figurée en 1850 par d'Orbigny à la planche 607, fig. 13-16 est une véritable *Reteporidaea* (*Hornera*); la colonie est composée de branches cylindriques, le parcours des zoécies n'y est pas visible à l'extérieur, il n'y a pas de lignes de bordure, ni de crête visible à la surface zoéciale. La paroi aborale est arrondie et uniformément occupée par de petits pores. Cette forme se nommera *Hornera dactylus* d'Orb. L'autre figure (celle de la planche 773) est composée de branches aplaties; le parcours des zoécies y est visible à l'extérieur. Il y a latéralement deux lignes de bordures longitudinales, une de chaque côté; au milieu est une crête longitudinale; entre celle-ci et les bordures il y a des cavités intersquelettiques. L'orifice zoécial a 0.08 mm. de diamètre; le péristome proémine un peu; le diamètre zoécial transversal est de 0.2 à 0.22 mm. Les zoécies sont disposées par lignées longitudinales et alternantes au nombre de cinq à huit. La surface aborale est occupée par des crêtes divergentes; entre elles il y a des cavités intersquelettiques. Il n'y a, dans les matériaux étudiés, qu'une seule colonie de cette espèce, que j'ai dédiée à M. de Grossouvre, ingénieur en chef des mines, qui a eu l'obligeance de m'envoyer ces matériaux. L'espèce n'est connue que du Sénonien de France.

Entalophora pulchella, Reuss.

1847. *Cricopora pulchella*, Reuss, Foss. Polyp. d. Wiener Tert., p. 40, pl. VI, fig. 10.

La forme trouvée correspond à *Laterotubigera annulato-spiralis* d'Orb.; quelques colonies à *L. transversa*, d'Orb. L'espèce s'étend du Néocomien au Tertiaire.

Entalophora proboscidea, Edwards.

1838. *Pustulopora proboscidea*, Edwards, Mém. s. l. Crisies etc. p. 27, pl. 12, fig. 2.

L'espèce est abondante; on rencontre les formes décrites par

d'Orbigny comme *Entalophora icauensis*, *E. raripora*, *E. filiformis* pr. p., *E. linearis* et *Clavisparva clavata*. L'espèce va du Jurassique à l'époque actuelle.

Entalophora proboscidea, var. **rustica**, Hagenow.

Ce sont les formes représentées par d'Orbigny comme *E. rugosa*.

Entalophora madreporacea, Goldfuss.

1826/32. *Ceripora madreporacea*, Goldfuss, Petr. Germ. p. 35, pl. X, fig. 12, a, b.

En dehors de la forme typique il y a les exemplaires figurés par d'Orbigny comme *Entalophora inconstans*, *E. subregularis* et *E. filiformis* pr. p. L'espèce est répandue partout et va du Turonien au Sénonien.

Spiropora verticillata, Goldfuss.

1826/32. *Ceripora verticillata*, Goldfuss, Petref. German., p. 36, pl. XI, fig. 1.

Toutes les formes citées dans ma Révision de d'Orbigny se rencontrent ici. L'espèce est très répandue et va du Néocomien à l'Éocène.

Spiropora macropora, d'Orbigny.

1852. *Laterotubigerà macropora*, d'Orbigny, Terr. Crét. V, p. 718, pl. 754, fig. 5-7.

Quelques spécimens se rapportent à cette espèce, qui est connue du Sénonien de France et d'Angleterre.

Heteropora costata, d'Orbigny.

1850/52. *Cavea (Entalophora) costata*, d'Orbigny, loc. cit., p. 944, pl. 621, fig. 19-22, pl. 774, fig. 4.

J'ai rencontré la *C. costata*, *C. regularis*, *C. flexuosa* et *C. pulchella* de d'Orbigny.

L'espèce va du Turonien au Crétacé supérieur; on la rencontre en France, en Allemagne et en Angleterre.

Heteropora carantina, d'Orbigny.

1852. *Sparsicavea carantina*, d'Orbigny, loc. cit., p. 950, pl. 775, fig. 1-3.

Il y a dans le matériel de l'Arche, trois exemplaires de cette espèce, qui va du Turonien au Danien; M. Vine la signale de l'Angleterre.

Heteropora punctata, d'Orbigny.

1850/52. *Laterocavea punctata*, d'Orbigny, *loc. cit.*, pl. 623, fig. 4-7; non pl. 772, fig. 11, 12.

D'Orbigny a décrit deux formes différentes sous cette dénomination; la première est une *Heteropora* à tige cylindrique; la seconde se rapproche plutôt des *Idmoneidæ*; la coupe transversale de la première forme un cercle, celle de la seconde est aplatie en haut et en bas; les orifices sont disposés irrégulièrement sur les tiges cylindriques de la première forme, tandis qu'ils sont placés par séries alternantes chez la seconde. L'espèce est connue du Sénonien de France.

Apsendesia diademoides, d'Orbigny.

1852. *Actinopora diademoides*, d'Orbigny, *loc. cit.*, p. 764, pl. 643, fig. 9-11.

Cette forme est connue du Crétacé sénonien de France et d'Angleterre.

Apsendesia papyracea, d'Orbigny.

1850/52. *Unitubigera papyracea*, d'Orbigny, *loc. cit.*, p. 761, pl. 643, fig. 12-14.

Les colonies qui représentent cette espèce représentent l'*U. papyracea* type et la forme décrite comme *Radiotubigera organisans*. Elle est connue du Crétacé supérieur de France, du Limbourg, du Danemark; je la possède de l'île de Salthohn, du Stevn's Klint et d'Annetorp.

Truncatula aculeata, Michelin.

1845. *Idmonea aculeata*, Michelin, *Iconogr. Zoophyt.*, p. 203, pl. 53, fig. 20.

L'espèce est assez commune; elle est connue du Cénomanién et du Sénonien de France.

Supercytis digitata, d'Orbigny.

1852. *Supercytis digitata*, d'Orbigny, *Terr., Crét. V.*, p. 1061, pl. 798, fig. 6-9.

Je crois que la *Supercytis digitata* n'est que la forme jeune et peu ramifiée de la *Truncatula aculeata*. L'espèce est connue du Crétacé de l'Allemagne et du Danemark. On l'a signalée du Tertiaire de l'Australie, où elle serait encore vivante; les spécimens que j'ai reçus de ces contrées ne me semblent guère appartenir à la même espèce.

Melicerites magnifica, d'Orbigny.

1850/52. *Multealea magnifica*, d'Orbigny, Terr. Crét., V, p. 649, pl. 740.

Plusieurs colonies de cette espèce, qui est connue du Crétacé de France.

Melicerites ornata, d'Orbigny.

1850/52. *Nodelea ornata*, d'Orbigny, Terr. Crét., V, p. 612, pl. 735, fig. 12-16.

L'espèce est rare dans les matériaux étudiés; elle est connue du Sénonien de France.

Melicerites compressa, d'Orbigny.

1850/52. *Melicerites compressa*, d'Orbigny, *loc. cit.*, p. 620, pl. 736, fig. 17-19.

L'espèce va du Cénomanien au Sénonien et n'est connue qu'en France.

Membranipora reticulum, Linné.

Bien des formes se rapportent ici; mais sont-elles la même espèce? Jamais la variété ne produit des transitions aussi multiples que dans cette catégorie; les dimensions, la forme de l'area, la présence de ligne de bordure ou son absence; des nodosités, la présence ou l'absence ou le nombre variable d'aviculaires viennent lui donner des aspects très différents. D'autre part, parmi les espèces actuelles il y en a beaucoup que l'on ne parvient presque pas à distinguer quand elles ont perdu leurs denticules. La forme va du Cénomanien à l'époque actuelle.

Vincularia procera, Hagenow.

1851. *Vincularia procera*, Hagenow, Bryoz. Maestr. Kreideb., pl. VI, fig. 15.

L'espèce va du Sénonien à l'Éocène; je la possède du Calcaire grossier de Mons.

Vincularia peregrina, d'Orb.

1850/52. *Vincularia peregrina*, d'Orbigny, Terr. Crét. V, p. 196, pl. 682, fig. 13-15.

La forme des zoécies ressemble beaucoup à la précédente espèce; les tiges sont composées de huit lignées alternantes, tandis que l'autre espèce n'en a que cinq. De plus, la *V. peregrina* a des tiges ramifiées,

tandis que *V. procera* est composée d'articulations ; et les rares petites branches que l'on voit parfois aux extrémités ne sont que des articles jeunes, comme on les observe chez les *Cellaria*.

L'espèce est connue du Sénonien.

Vincularia multicella, d'Orbigny.

1850/52. *Vincularia multicella*, d'Orbigny, Terr. Crét. V, pp. 70 et 189, pl. 655, fig. 4-6.

L'espèce est assez rare et n'est connue que du Sénonien de France.

Vincularia inornata, d'Orbigny.

1850/52. *Vincularia inornata*, d'Orbigny, Terr. Crét. V, pp. 72 et 189, pl. 655, fig. 13-15.

Cette forme a beaucoup d'analogie avec la *Vincularia pentapora*, d'Orb. ; les différences sont que chez la première l'orifice est plus petit, les zoécies sont plus larges, et les zoécies y sont disposées par six lignées alternantes, tandis que la dernière n'offre que cinq lignées ; toutefois ces différences pourraient très bien s'expliquer par la différence d'âge. L'espèce est du Sénonien.

Vincularia Pontiana, d'Orbigny.

1851. *Vincularia Pontiana*, d'Orbigny, *loc. cit.*, p. 191, pl. 681, fig. 7-9.

Cette forme se reconnaît aisément à l'orifice zoécial, qui occupe presque la moitié de l'area. Elle est du Sénonien.

Vincularia obeliscus, d'Orbigny.

1851. *Flustrina (Vincularina) obeliscus*, d'Orbigny, *Ibid.*, p. 309, pl. 660, fig. 1-4.

La seule colonie que j'ai rencontrée a les zoécies un peu plus allongées et par conséquent la tige un peu moins épaisse. Les pores spéciaux à la partie distale des zoéciaux sont des loges pour les vibraculaires.

L'espèce est du Sénonien.

Eschara ægea, d'Orbigny.

1850/52. *Eschara ægea*, d'Orbigny, *loc. cit.*, p. 117, pl. 663, fig. 5-7.

L'espèce est commune ; il y a aussi des spécimens plus larges, et quelques-uns presque cylindriques. Cette forme n'est connue que du Sénonien de France.

Eschara antiopa, d'Orbigny.

1850/52. *Eschara antiopa*, d'Orbigny, *loc. cit.*, p. 120, pl. 664, fig. 1-4.

Les zoécies de cette forme prennent des aspects très variés; les aviculaires sont généralement courbes, quelquefois cependant ils sont tous droits. L'espèce n'est connue que du Sénonien de France.

Eschara cymodoce, d'Orbigny.

1850/52. *Eschara cymodoce*, d'Orbigny, Terr. Crét., V, p. 156, pl. 674, fig. 10-13.

Cette espèce, comme les précédentes, n'est connue que du Sénonien de France.

Eschara claudia, d'Orbigny.

1850/52. *Eschara Claudia*, d'Orbigny, *ibid.*, p. 146, pl. 671, fig. 4-7, pl. 675, fig. 14-15.

En dehors du Sénonien de France cette forme a été signalée de l'Angleterre (Vine).

SÉANCE DE GÉOLOGIE APPLIQUÉE

DU 17 AVRIL 1894

Présidence de M. E. Dupont, Vice-Président.

MM. *Jottrand* et *Van den Broeck* font excuser leur absence.

Élection de nouveaux membres.

Est élu en qualité de membre effectif :

M. MASSON, Chimiste, directeur du laboratoire agricole de Gembloux.

Communications du bureau.

M. le *Président*, après avoir consulté l'assemblée, annonce que l'excursion dans la vallée de l'Orneau, sous la direction de M. X. Stainier, aura lieu le 29 avril. Quant à l'excursion projetée à Couvin, les circonstances actuelles ne sont pas encore favorables pour y étudier la circulation de l'eau dans les calcaires.

L'excursion dans le Jurassique aura lieu à la Pentecôte.

Communications des membres.

M. le *Président* donne la parole à M. Th. Verstraeten pour la communication annoncée à l'ordre du jour.

EXAMEN HYDROLOGIQUE

DES

BASSINS DU HOYOUX ET DU BOCQ

PAR

Th. Verstraeten

Ingénieur.

HISTORIQUE

Dans l'exposé qu'il nous a présenté le 23 janvier 1893, M. Putzeys, directeur des eaux de la ville de Bruxelles exprime l'opinion que l'Ingénieur hydrologue doit s'effacer devant le géologue quand il s'agit

d'apprécier au point de vue des eaux ce qui se passe dans les entrailles de la terre (voir notamment les pages 8 et 12).

Je ne saurais admettre cette manière de voir. Je regarde cette soumission comme trop commode, comme incompatible avec une vraie direction, une vraie responsabilité; j'estime que tout chef d'un service public important, s'il a le devoir de consulter toutes les autorités, n'a pas le droit de s'effacer devant aucune d'elles.

Les erreurs commises dans l'appréciation de la valeur des eaux du Hoyoux et du Bocq sont une justification de ma thèse.

Depuis 1885, les débits du Hoyoux avaient fait l'objet d'observations nombreuses de la part de M. Van Hoegaerden, châtelain de Modave.

Il voulait reconnaître ce que fournissait, en bonnes sources permanentes, son parc, traversé par le Hoyoux. Il installa des déversoirs, tant à l'amont qu'à l'aval de ce domaine, jaugea et prit les différences; il jaugea aussi toutes les sources séparément et obtint des résultats concordants.

Les années 1885 et 1886, qui furent humides, procurèrent de cette façon, et pour le parc exclusivement, des débits estimés à plus de 100.000 m³ quotidiens.

L'année suivante qui fut sèche donna :

A l'aval	136.000 m ³ .
A l'amont	34.000 »
Différence	102.000 m ³ .

Or, le bassin hydrographique du Hoyoux à l'amont des sources du parc étant 8906 hectares, cela faisait, comme minimum, 11 m³ à l'hectare-jour. Était-ce possible ?

Dans les diverses régions du pays, les rendements unitaires aux périodes très arides sont approximativement les suivants :

Dans l'Ardenne quartzo-schisteuse	0 m ³ , 3
Pour la Lys et l'Escaut, à Gand	0, 6
Pour le Démer, à Diest	0, 9
Pour les Deux-Nèthes	1, 3
Pour la Meuse, à Namur	1, 4
Pour l'Entre-Senne-Dyle-et-Gêthe	2 à 4 m ³

Donc, dans les bassins à couches aquifères très régularisantes, on n'observait pas au delà de 4 m³; et pour les étendues du Condroz, où

se développe le Hoyoux, on ne possédait pas de données relatives aux sécheresses.

Nous étions donc, avec les 11 m³ précités attribués à cette rivière, en face d'une énorme exagération.

D'ailleurs, c'était bien aussi la préoccupation de M. Van Hoegaerden. Il s'adressa à l'Observatoire de Bruxelles et posa cette question : « L'année 1887 a-t-elle été sèche ? » — La réponse fut : « Oui, elle a été sèche. » — Et, en effet, tandis que la hauteur moyenne de pluie à Bruxelles est de 720 mm., l'année 1887 n'avait donné que 587 mm.

Mais la question avait été mal posée. L'hydrologue eût nettement précisé en ces termes : « L'année 1887 a-t-elle été la plus déprimante pour les sources ? » Et le météorologue eut répondu : « Non, toute la période 1862-65 fut beaucoup plus déprimante. »

M. Van Hoegaerden, pleinement rassuré, dressa le projet dit de Modave, d'un capital d'environ 15 millions de francs, pour la dérivation des sources de l'endroit, captées à l'émergence, et le soumit en toute sincérité à une *Commission gouvernementale* qui venait d'être instituée.

Les constatations se poursuivirent sur les eaux de Modave. L'année 1888, qui fut très humide — 854 mm. à Bruxelles — ne confirma que trop les précédents débits. Cependant, dans le cours de l'année suivante, encore humide, la dite Commission opérant à son tour, n'enregistra plus que 86.000 m³ par 24 heures, mais elle tint ce chiffre comme minimum, et imprima que l'on pourrait se baser sur ce fait pour l'édification du grandiose projet.

De telle sorte que nous nous trouvions en présence de cette anomalie frappante :

En 1887, année sèche . . .	100.000 m ³
En 1889, année humide. . .	86.000 »
Différence en <i>moins</i> . . .	14.000 m ³

Outre les déclarations extraordinairement optimistes de la Commission gouvernementale, nous avons les assurances fournies par deux géologues éminents, MM. Rutot et Van den Broeck qui, pour justifier la grandeur exceptionnelle des débits annoncés, affirmaient que de la disposition géologique des lieux il résultait que le bassin hydrographique des calcaires (traversé par le Hoyoux) est infiniment plus étendu que le bassin superficiel de la vallée du Hoyoux ; que tel était le motif précis, incontestable de l'énorme quantité d'eau que déversent

les sources qui, comme celles de Modave, constituent le déversoir naturel d'un gigantesque système de drainage souterrain; et ils estimaient « que le bassin d'alimentation du Hoyoux et des sources de Modave est en réalité plus que doublé relativement à la surface du bassin hydrographique superficiel ».

Je combattis publiquement, dès 1891, ces exagérations et les espérances qu'elles avaient fait naître pour l'alimentation en eau potable de Bruxelles et de ses faubourgs.

Il était évident :

Que les jaugeages avaient été mal effectués;

Que nul compte n'avait été tenu des grandes périodes de sécheresse;

Que les prises de sources à l'émergence étaient dangereuses et devaient être remplacées par des prises profondes;

Que les 86.000 m³ annoncés fléchiraient dans une proportion notable.

Tandis que la ville de Bruxelles abandonna les eaux de sources du Hoyoux, les Faubourgs s'en éprisrent, et la Compagnie intercommunale, qui représentait les Faubourgs, fit commencer dans la vallée et à partir de fin 1891, une série de jaugeages rigoureux pendant deux années consécutives.

La grande sécheresse 1891-93 était ouverte et les premières observations à Modave donnèrent raison à mes prédictions, qualifiées de pessimistes.

Il y avait de fortes présomptions que l'Intercommunale, une fois sérieusement à l'étude, abandonnerait ce domaine malgré sa richesse en bonnes eaux.

La vallée du Bocq, qui s'offrait en concurrence, avait en effet sur l'autre trop d'avantages : plus accessible à moins de frais, aussi bien fournie d'excellentes sources, moins embarrassée d'industries, elle était mieux disposée pour permettre les extensions ultérieures des travaux de captage.

C'est en effet ce qui arriva; le Bocq fut proposé par les Faubourgs en remplacement du Hoyoux.

La ville de Bruxelles ne voulut point se rallier à ce projet, et déclara lui préférer le système de la dérivation d'une partie des eaux de la Meuse, à prendre en amont de Namur.

Les défenseurs officiels de ce projet se sont fréquemment laissé aller à des appréciations hasardées, au sujet du bassin du Bocq et de son homologue le bassin du Hoyoux.

C'est ainsi que dans des rapports publiés et dans des réunions à la Société de géologie, l'un d'eux, M. Putzeys, a soutenu :

Qu'entre les bassins terreux et les bassins rocheux, les différences (hydrologiquement) sont énormes ;

Que dans les premiers tout est régulier, et que dans les derniers, comme ceux du Hoyoux et du Bocq, tout est capricieux ;

Que dans ceux-ci les eaux circulent souterrainement avec rapidité, tombant de cascade en cascade ;

Que les couches aquifères et leurs nappes y sont indéterminables ;

Que les sources les plus belles en apparence peuvent descendre directement des bétouilles infectées de la surface ;

Que les prises profondes sont d'ailleurs impossibles dans les roches du Condroz et que l'on est condamné à les créer superficielles avec tous les dangers qui accompagnent ce mode de captation ;

Que les serremments que projettent les ingénieurs de l'Intercommunale — moyens déclarés excellents et pratiques dans les sables bouillants du Bois de la Cambre — sont des installations absurdes dans les roches calcaires, etc., etc...

Je me propose d'étudier l'hydrologie des régions du Hoyoux et du Bocq et de rencontrer en passant ces affirmations.

Sol, sous-sol, mouvement des eaux.

Examinons ce qui se passe sur et sous le sol des bassins proposés, et d'abord représentons-nous la vallée principale du *Hoyoux*.

Elle commence à l'altitude de 320 mètres, descend vers la Meuse suivant un développement d'une vingtaine de kilomètres et s'y joint, à Huy, à la cote 70. — Je ne cite bien entendu que des chiffres ronds.

Voilà donc une chute de 250 mètres imprimant au thalweg une déclivité peu commune dans le Pays.

La crête délimitant ce bassin est à son point le plus haut au midi, à l'altitude de 337 mètres, et elle encinte une superficie de 24.675 hectares, profondément ravinée de l'est à l'ouest.

Toutes les vallées, tant les transversales que la principale, sont presque toujours fortement encaissées, mais les plateaux se développent par larges ondulations, circonstance favorable au point de vue hydrologique.

Le *Bocq* a de moins brusques allures. Sa vallée principale qui, elle aussi, naît à 341 mètres d'altitude du côté est, suit un trajet beaucoup plus long pour aboutir à la Meuse à Yvoir, à 20 mètres plus haut que le Hoyoux. Ses ravins, côtes et plateaux rappellent ceux du Hoyoux et son bassin s'étend sur 23.113 hectares.

Dans les deux étendues le *sol* est ordinairement formé d'une pellicule

limoneuse, sableuse, graveleuse, caillouteuse, voilant tantôt des amas de sables, plus souvent les roches qui çà et là se découvrent.

Ces roches constituent le *sous-sol*. Supérieurement, elles se présentent par bandes alternatives calcaires et quartzo-schisteuses, orientées pour le Hoyoux dans le sens normal à la vallée principale, et obliquement pour celle du Bocq. En profondeur les bandes quartzo-schisteuses réalisent une suite de vastes cuves comblées par le calcaire; et selon les figurations de M. le géologue Dupont, ces cuves descendent même à des centaines de mètres sous le sol.

Tandis que le contenant, formé de grès, de psammites et de schistes, est à considérer dans son ensemble, et à certaine profondeur, comme imperméable, le contenu est très divisé, en haut par l'action météorique, dans toute la masse par les joints, et les cassures, le tout plus ou moins rempli d'éléments désagrégés.

Les *chutes pluviales* de la contrée diffèrent sensiblement de l'aval à l'amont.

Pour fixer les idées rappelons qu'à Bruxelles la hauteur moyenne des eaux tombées est de 720 mm. par an.

Cela dit, si nous consultons la carte de M. Lancaster, nous noterons qu'en remontant la vallée principale du Hoyoux, de la Meuse à Modave, la pluie reste inférieure à 700 mm.; que plus haut jusqu'à la cote 260 elle s'élève à 750 mm.; et qu'au delà elle monte à 775 mm.

Dans le bassin du Bocq, les quantités signalées sont plus importantes; plus de la moitié de sa surface est soumise à des pluies de 750 à 800 mm., et les plateaux élevés du sud en reçoivent jusque 825. Rapprochons de ces indications de M. Lancaster celle de notre confrère M. Walin qui, d'après ses observations des deux dernières années, conclut, pour les plateaux du Bocq, à des chutes pluviales supérieures de 20 p. c. à celles des plateaux du Hoyoux.

Comment se conduisent ces pluies sur et sous le sol?

Chacun sait que leur plus ou moins de régularité est, en hydrologie, d'une importance capitale, et je doute que les observations soient assez anciennes, continues et multipliées pour qu'on puisse se prononcer catégoriquement à cet égard.

Quoi qu'il en soit, les précipitations, pures dans les régions élevées de l'atmosphère, se souillent profondément au contact du sol; les plateaux leur présentent relativement peu de déclivité, mais les vallées et leurs coteaux rapides les sollicitent à fuir vers la Meuse.

De là des déchets que des circonstances extraordinaires, comme la

congélation du sol, peuvent grossir exagérément. Le reste est absorbé par le manteau terreux, d'autant plus perméable qu'il est plus mince ; et je crois, contrairement à ce qui a été avancé, que son action sur l'eau reçue est plutôt corruptrice qu'améliorante.

Ces filtrations, qui tendent à descendre verticalement, rencontrent des amas sableux et plus habituellement les *bandes calcaires* et les *bandes quartzo-schisteuses*.

Dans ce dernier cas, les eaux infiltrées pénètrent à peu de profondeur ; bientôt l'imperméabilité de la roche s'accuse ; l'eau qui peut s'élever dans le terrain jusqu'à la surface, achève en fait l'imperméabilité de la masse, et les venues pluvieuses nouvelles ne peuvent plus que glisser, sur ce sol mouillé, jusqu'à la rencontre des bandes calcaires contiguës.

Si donc le bassin était tout entier quartzo-schisteux, la couche aquifère de faible puissance ne posséderait qu'une action régularisante infime, permettant les crues subites et donnant lieu à des sources précaires qui disparaissent presque totalement aux périodes sèches un peu prolongées.

Mais il y a les *bandes calcaires*. Elle sont donc alimentées, non seulement par les eaux tombant directement au-dessus d'elles, mais par les ruissellements refusés pour cause de trop-plein par les roches quartzo-schisteuses.

Encore une fois ces liquides en y pénétrant sont extrêmement altérés ; ils descendent avec plus ou moins d'abondance dans la mesure des solutions de continuité qui les guettent ; et elles cheminent ainsi par des voies plus ou moins multipliées et sinueuses jusqu'à ce qu'elles rencontrent l'imperméabilité.

Formation des couches aquifères. Pour mieux nous rendre compte de ce qui se passe en sous-sol, représentons-nous d'abord un des éléments du bassin hydrographique : une cuve imperméable à remplissage très divisé et le sol horizontal (voir fig. 1 ci-après).

Faisons pleuvoir sur un bassin ainsi composé et observons :

L'eau tombée sera absorbée en proportion considérable, et disparaîtra, d'une part sollicitée par la capillarité, de l'autre par la gravité. Cette dernière partie gagnera le fond, s'y étalera en couche aquifère, et peu à peu par les nouvelles venues pluvieuses, sa nappe s'exhaussera jusqu'à la surface.

A ce moment toute la masse est rendue effectivement imperméable et toutes les pluies qui l'atteignent encore se perdent intégralement.

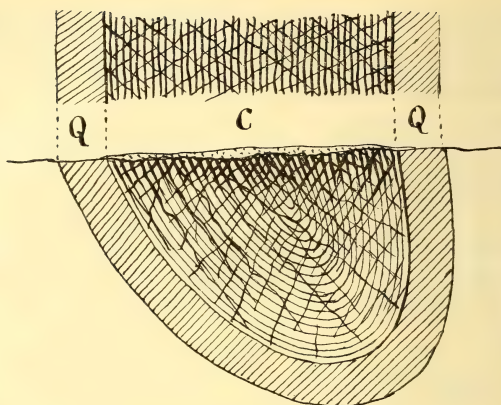


FIG. 1

C. Calcaire

Q. Quartzschisteux

Si la pluie cesse, l'évaporation aidée de la capillarité fait baisser la nappe.

Voilà donc un bassin rocheux, à calcaire aussi tamisant que l'on voudra, et qui est incapable de fournir une seule source émergente.

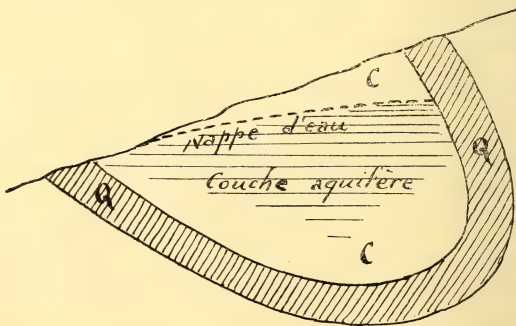


FIG. 2

Gardons ce même bassin et inclinons-le (voir fig. 2). Un déversement aura lieu par le bas côté, et la nappe aquifère s'abaissera, tout en conservant une pente qui permettra aux éléments liquides la chute nécessaire pour s'écouler à la partie inférieure.

Cet abaissement de la nappe ira en se ralentissant, le bombement en s'aplatissant et le déversement en se réduisant, jusqu'à n'être plus qu'une humectation qui, venant à cesser, annoncera l'état d'équilibre statique dans la couche aquifère et l'horizontalité pour la nappe (1).

La pluie recommence : les eaux de filtration les plus rapprochées du bord inférieur seront les premières à sortir et leur réapparition rapide nuira à la qualité de l'eau.

Il n'en serait pas autrement, si le remplissage de la cuve avait été effectué au moyen de matériaux désagregés.

Pendant ce temps, les filtrations plus éloignées descendent avec plus ou moins de lenteur dans le terrain sec, atteignent la couche aquifère qu'elles renflent de l'aval à l'amont ; puis, au moyen de la pente ainsi réalisée, elles se dirigent vers les points bas en s'élaborant toujours davantage.

Jusqu'ici, nous n'avons obtenu que des suintements à l'aval et pas de vraies sources. Pour combler cette lacune, engageons horizontalement la sonde dans la couche aquifère au bord inférieur de la cuve. Si l'outil n'entame que la roche compacte, rien n'apparaîtra ; mais, s'il rencontre des fissures, le conduit foré devient à la fois un drain et un collecteur. L'eau appelée agira par action physique et chimique sur les fendillements ramifiés, les amplifiera à la longue et en grossira conséquemment les afflux.

Les sources naturelles n'ont pas d'autres causes.

Sans insister davantage, ces exemples familiers accusent nettement les conditions qui procurent le plus ou moins de régularité de débit, de composition et de température des sources.

On voit de suite que cette régularité dépend :

De celle des pluies ;

De la vitesse de filtration des éléments liquides dans le terrain sec au-dessus de la nappe ;

De l'étendue de cette circulation ;

Du volume d'eau compris entre la nappe mobile et le plan horizontal passant par le bas côté ;

(1) Je me place au point de vue pratique. Mathématiquement l'horizontalité n'est atteinte qu'à l'infini.

De la résistance à la circulation dans ce volume variable qui, seul, représente la réserve souterraine ;

Et de la résistance à l'échappement des eaux.

On nous dit qu'il existe des différences considérables entre les bassins rocheux et les bassins arénacés. Nous voyons ici que deux bassins rocheux ou autres, absolument identiques de forme, de composition, de structure, peuvent fournir des résultats tout aussi extraordinaires, et qu'il suffit pour cela d'un simple changement d'inclinaison.

De ce qui précède il suit qu'on rendra plus parfaite la régularité des sources en accumulant plus de masse perméable sur le sol actuel, et c'est ce qu'a fait la nature, notamment aux bassins du Hoyoux et du Bocq.

Reprenons notre cuve inclinée de tout à l'heure et chargeons-la comme je viens de le dire.

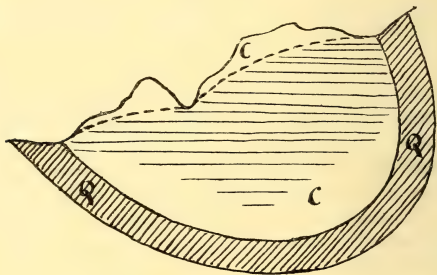


FIG. 3.

La figure 3 suffit à nous rendre compte de la propriété annoncée.

Et un autre avantage est encore obtenu, c'est qu'ici la nappe peut monter beaucoup sans altérer la faculté d'absorption de la surface et en augmentant l'effet utile de la réserve souterraine. Elle peut même s'élever assez pour faire naître des sources au côté d'amont de la cuve et créer des lacs ou des ruisseaux dans certaines dépressions du sol.

Des exemples théoriques, passons à une cuve réellement existante.

Les calcaires n'y sont pas « infiniment » divisés, mais tout le monde est d'accord pour les considérer comme très divisés. Et comment ?

Est-il vrai que les eaux s'y engouffrent, tombent de cascades en cascades, remplissent des cavités, des cavernes, des grottes ; que débor-

dant de là, elles coulent avec vitesse, comme en des conduits de plus ou moins grande section, depuis l'orifice d'entrée jusqu'à l'orifice de sortie ; et qu'échappant de la sorte à toute élaboration souterraine elles risquent de revenir au jour avec leur pollution d'origine ?

Rien n'autorise ces combinaisons d'hypothèses.

D'abord les bétouilles sont très peu nombreux dans les deux bassins considérés, mais le fussent-ils que cela ne prouverait encore que pour une absorption plus notable de la chute pluviale. Il faudrait vérifier ce qui a lieu plus bas. Or quand, dans les bassins en question, — et non pas dans les autres, — on examine les flancs des rochers, toutes les parois des excavations à toutes profondeurs : des entonnoirs, des carrières, des puits, des tranchées de routes et de chemins de fer, quand on observe tout cela, rien n'annonce les conditions favorables à des courses rapides des eaux souterraines ; et les remplissages des solutions de continuité, soit par la désagrégation de la matière même de la roche, soit par les éléments venus d'en haut, indiquent au contraire que la descente des particules aqueuses doit s'opérer avec une extrême lenteur.

Et puis, les débits, les compositions, les températures des sources et des rivières elles-mêmes, aux époques de faibles débits, rappellent les circonstances analogues des bassins terreux les plus favorablement conditionnés.

Tout ce que je viens de dire pour une cuve s'applique à une succession de cuves, c'est-à-dire aux bassins hydrographiques eux-mêmes.

Il est évident que l'eau remplit chaque cuve et doit s'élever jusqu'aux sources ;

Que ces sources sortant avec vitesse doivent être poussées par des charges ;

Que la gravité étant la seule force à la disposition des eaux, il leur faut des pentes pour descendre de tous les points de la couche aquifère jusqu'au fond des vallées ;

Et que dès lors les nappes qui terminent supérieurement les couches aquifères doivent aller en montant depuis les sources jusqu'aux crêtes liquides.

On nous dit :

Que ces nappes sont *capricieuses, énormément irrégulières, indéterminables* ;

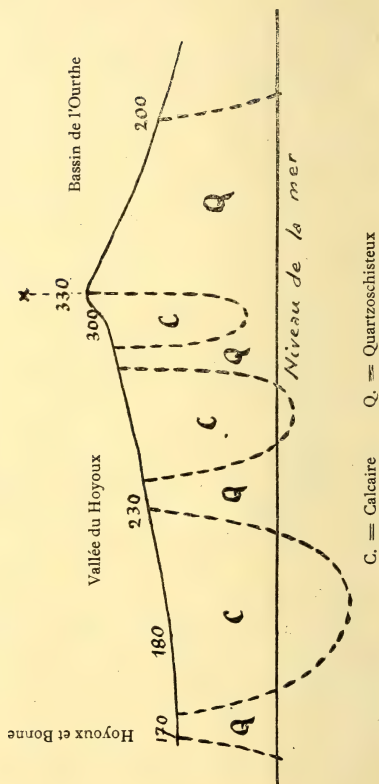
Qu'un puits qui a touché l'eau ne touche pas pour cela la couche aquifère ;

Que lorsqu'on a trouvé deux points de la nappe on n'a pas fixé sa ligne ;

BASSIN DU HOYOUX

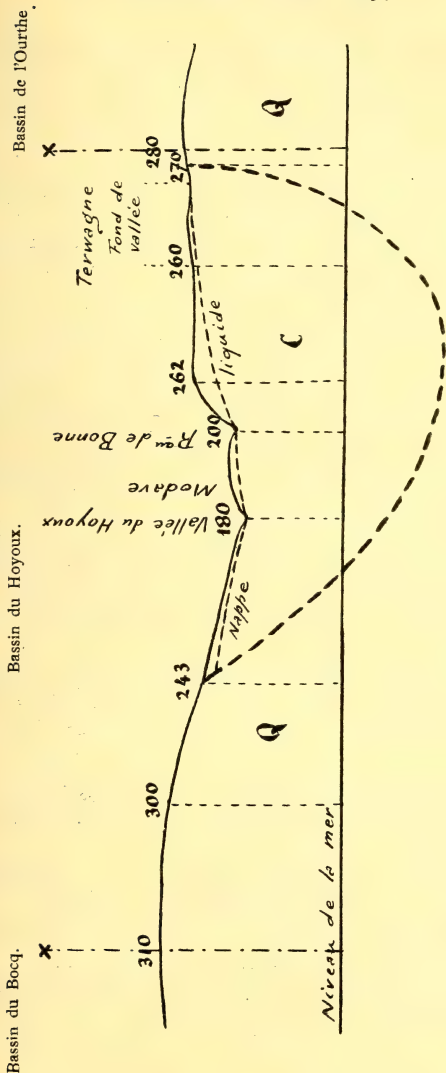
PROFIL LONGITUDINAL

Fig. 4



PROFIL TRANSVERSAL

Fig. 5
Bassin du Hoyoux.



Échelle des
longueurs $\frac{1}{160.000}$
hauteurs $\frac{1}{10.000}$

C = Calcaires. Q = Quartzschisteux.

Que les paysans s'installent sur les plateaux et en dehors des calcaires ;

Qu'il y a des apparitions, des disparitions, des réapparitions des sources et des courants, etc...

Rencontrons ces objections.

Du caprice, j'en vois beaucoup plus dans les imaginations que dans les bassins du Bocq et du Hoyoux.

Toutes les nappes sont irrégulières, même celles des eaux de Bruxelles, et leur inconstance se manifeste à des intervalles rapprochés par les sources qu'elles alimentent.

Les sources des calcaires considérés subissent-elles de plus brusques variations que celles des meilleures régions terreuses du pays? C'est plutôt le contraire que je constate aujourd'hui, et je suis bien forcé de confesser, sur le vu des observations faites, que si j'ai eu raison de m'élever contre les exagérations d'avant 1891, cependant elles n'étaient pas aussi excessives que je le supposais alors.

Pourquoi ces nappes aquifères ne seraient-elles pas déterminables !

Parce que — nous répond-on — les sondages à pratiquer seraient trop profonds, trop chers et peu sûrs?

J'estime qu'il y a là beaucoup d'erreurs.

D'abord, les niveaux aux sources, aux puits, aux ruisseaux permanents, bien coordonnés et mis en relation, tant avec les données météorologiques qu'avec les débits, doivent fournir déjà des indications sérieuses.

Ensuite, les coupes transversales tracées N. S. dans le bassin du Hoyoux montrent (voir fig. 4 et 5) que la couche aquifère peut être atteinte, soit par des forages courts, soit par des forages profonds, selon les positions choisies.

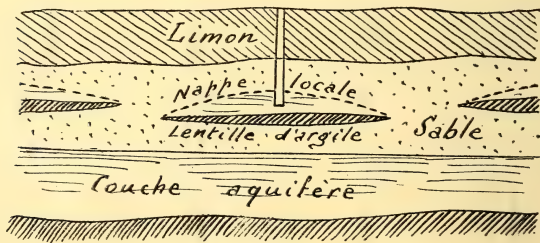


FIG. 6.

Sans doute, un puits peut toucher l'eau sans avoir pour cela pénétré dans la couche aquifère générale, mais cette observation s'applique à tous les bassins quelconques les mieux déterminés.

C'est ainsi que, sous la forêt de Soignes, j'ai rencontré des cas tels que celui figuré ci-contre (voir fig. 6).

Au sein des sables secs, supérieurs à la couche aquifère générale, sont intercalées des lentilles d'argile qui arrêtent l'eau filtrant au-dessus d'elles, et les paysans qui ne s'y trompent point, appellent cela de l'*eau sauvage*.

Évidemment, des singularités de ce genre peuvent exister dans les calcaires, quand notamment des blocs compactes gisent dans les masses fendillées; mais elles seront toujours aisément reconnues, ici comme dans la forêt de Soignes et ailleurs, par un bon levé préalable des données existantes.

Alors, deux points de la nappe, *suffisamment rapprochés*, ayant été trouvés, nous pourrions sans crainte les joindre pour fixer la nappe elle-même *en cet endroit et au moment de la détermination*.

De ce que les paysans qui s'établissent aux plateaux choisissent de préférence les bandes quartzschisteuses, on a prétendu induire que tout est mystère dans les entrailles du calcaire. Mais pas du tout : cela prouve simplement que nos paysans sont pratiques.

Les plateaux du Condroz étant de brusques exhaussements sur les fonds des vallées, il en résulte que la profondeur moyenne de la *nappe liquide générale* doit y être exceptionnellement forte, et il suffit de jeter les yeux sur une bonne carte orographique pour prévoir que fréquemment les puits, pour plonger dans la *vraie couche aquifère*, devraient atteindre de 40 à 60 mètres de profondeur et au delà.

A 50 francs le mètre courant, cela fait 2500 francs.

De plus la pompe ordinaire, dans ces conditions, devient un instrument médiocre, l'exhaure est pénible et cher, et le paysan qui compte sur ses doigts, invite ses vaches à se mirer dans les belles sources voisines, tandis que lui bâtit sa ferme sur le quartzschisteux, qui fournit des eaux beaucoup moins abondantes, mais plus abordables.

Quant aux *disparitions et réapparitions des eaux*, elles s'expliquent le plus simplement du monde.

Reprenons en effet la coupe transversale (fig. 4) passant par Modave. Nous la voyons, à droite, rencontrer le ruisseau de Bonne, et plus haut longer la vallée de Terwagne. J'y ai tracé la nappe liquide avec la pente de $\frac{1}{4}$ pour cent qu'elle affecte souvent dans le Brabant, normalement aux vallées.

Il est entendu que les nappes oscillent, montent ou descendent, en tournant par rapport à la vallée comme la charnière autour de sa goupille.

Dans la position du croquis précédent (fig. 5), la nappe mouille les fonds de Bonne et de Terwagne. C'est qu'on est en période d'abondance. Mais si la sécheresse arrive, la nappe descendra ; l'eau disparaîtra à la dépression de Terwagne d'abord, au ruisseau de Bonne ensuite ; et si, habituellement, ces fonds sont à sec, c'est que l'inclinaison supposée de la nappe est trop forte, et que les éléments aqueux circulent en sous-sol avec moins de résistance que dans le sable calcaireux du Brabant, au moins à cet endroit.

Il saute aux yeux qu'en région rocheuse, relativement accidentée, les phénomènes de l'espèce doivent se multiplier ; mais ce qui les produit, ce n'est pas l'irrégularité de la couche aquifère, c'est l'irrégularité de la surface.

C'est ainsi qu'ont lieu les disparitions des cours d'eau. Quand un ruisseau coule dans un fond de vallée, c'est que la nature a fait le nécessaire pour cela, par une pente assez régulière et un lit imperméable, ou rendu tel par la couche aquifère montée jusque-là. Mais ce ruisseau, je puis le faire disparaître quand je veux : il me suffit de jeter dans son lit quelques wagons de blocailles. Alors le ruisseau en amont relèvera son niveau : au moyen de son accroissement de chute, il traversera les blocailles et réapparaîtra à l'aval.

Pourquoi ne permettrions-nous pas à la nature ce qui est en la puissance du premier entrepreneur venu ?

LES SOURCES

Poursuivons l'examen hydrologique par l'observation des sources : de leurs débits, compositions, températures.

Pour les *débits*, je résume dans le tableau suivant les jaugeages effectués, de l'ensemble des sources émergeant au *Parc de Modave* :

Années	Pluies à Bruxelles	DÉBITS par 24 H.	NOTES
1887	587 ^{mm}	> 100 ^{m³} .000	Par déversoirs — douteux
1888	854	> 100. 000	id.
1889	758	86. 000	id.
1890	741	93. 000	id.
1891	668	»	
1892	599	64. 000	Par empotement — rigoureux
1893	554	58. 000	id.

Soit donc dans l'espace de six ans la réduction d'environ de 50 p. c. annoncée en 1891.

Pour les sources des régions supérieures du Hoyoux et du Bocq, dont les jaugeages eurent lieu par empotement, l'Intercommunale obtint les résultats ci-après :

BASSINS	Superficies totales	Superficies calcaires.	Années	DÉBITS minima par 24 h.	Rendement à l'hectare — jour	
					Total.	Calcaire
HOYOUX au confluent du ruisseau de St-Pierre	16.550 ^H	11.120 ^H	1892	103 ^{m³} .600	6 ^{m³} .26	9 ^{m³} .40
			1893	95 ^{m³} .900	5 ^{m³} .80	8 ^{m³} .62
BOCQ à l'aval de Spontin et son affluent le ruisseau de la Brugelette.	17.130 ^H	7.700 ^H	1892	91 ^{m³} .700	5 ^{m³} .35	11 ^{m³} .80
			1893	87 ^{m³} .700	5 ^{m³} .12	11 ^{m³} .40

A remarquer que si au bassin du Bocq le calcaire est proportionnellement moins répandu, il y pleut davantage et le sol passe pour être plus absorbant.

Et quant aux débits des deux rivières, pès de la Meuse, on les observa encore par déversoirs, mais avec plus de soins que jadis, et l'on releva ce qui suit pour 1892 :

BASSINS	Superficies totales.	Superficies calcaires.	DÉBITS journaliers minima.	Rendement à l'hectare — jour.	
				Total.	Calcaire.
HOYOUX	24.675 ^H	13.870 ^H	139 ^{m³} .600	5 ^{m³} .66	10 ^{m³} .00
BOCQ	23.113 ^H	10.220 ^H	121 ^{m³} .000	5 ^{m³} .23	11 ^{m³} .8

En 1893, les opérations ne se poursuivirent pas avec la même continuité qu'en l'année précédente, mais on assure que les diminutions de débits furent peu importantes.

Analysons ces rendements, tout à fait exceptionnels en Belgique, et recherchons si nous pouvons les admettre comme minima.

Pour cela, il convient de comparer d'abord la grande période de

sécheresse 1891-93 à celle de 1862-64, la plus intense et la plus longue que nous eûmes depuis la création de notre observatoire, en 1833.

Voici les chiffres :

Années 1862, pluies . .	676 ^{mm} .	Années 1891, pluies . .	668 ^{mm} .
» 63, »	591 »	» 92, »	599 »
» 64, »	449 »	» 93, »	554 »
» 65, »	667 »	» 94, »	?

Les trois premières années de chaque période ont donné respectivement, comme moyenne, 572 et 607 mm.

La première a donc été sensiblement plus déprimante que l'autre d'environ 6 p. c. et de ce chef seul tous les rendements précités sont à réduire.

De plus l'ancienne période a été la plus longue et pour cette raison une nouvelle réduction est à opérer.

Mais en fait, les décroissements de débits des régions supérieures signalées ont été si faibles, qu'en admettant la continuation de la sécheresse en 1894, on prévoit :

Que le Hoyoux eut produit encore 5^{m3},50 à l'hectare-jour,
Et le Bocq. 4^{m3},70 »

Et si, pour tenir compte de l'intensité plus grande de l'ancienne période sur la dernière, nous corrigeons ces taux de 6 p. c., soit même, pour se mettre à l'aise, de 10 p. c., alors ils deviennent définitivement 5^{m3} et 4 1/4^{m3} par hectare et par jour.

Pareilles corrections sont à introduire pour les bassins entiers.

Jusqu'ici, nous étions habitués à considérer le rendement de 4^{m3} à l'hectare-jour, comme applicable seulement aux bassins les mieux constitués du Pays, par exemple au bassin du Hain et à celui de la Dyle en amont de Louvain.

Le voici dépassé !

— Cela s'explique-t-il ?

— Oui, pour toutes les raisons précédemment développées :

- 1° Il tombe plus d'eau dans les bassins du Hoyoux et du Bocq qu'en Brabant ;
- 2° Le sol y est beaucoup plus absorbant ;
- 3° La filtration souterraine est apparemment plus longue ;
- 4° L'emmagasinement probablement plus fort ;
- 5° L'action capillaire peut être moins énergique dans les joints ou

fractures des roches que dans les interstices des éléments terreux, et par suite la proportion d'eau disponible plus considérable.

De ces cinq raisons, les trois dernières ne sont pas démontrées, mais les deux premières suffisent pleinement.

Étant donné ce que nous savons aujourd'hui au sujet des couches aquifères de ces régions et des sources qui s'en échappent, vérifions cette allégation autrefois soutenue par MM. Rutot et Van den Broeck de l'extension souterraine du bassin bien au delà de ses limites apparentes de la surface.

D'abord rien n'indique dans la topographie des lieux une pareille influence.

Les crêtes terrestres sont occupées, là comme ailleurs dans l'étendue considérée, par des alternances de bandes calcaires et quartzo-schisteuses.

Ces dernières sont à éliminer au point de vue de l'action drainante souterraine.

Restent donc les bandes calcaires.

Or, si d'une part M. Moulan a reconnu des rendements considérables du côté de l'Ourthe, d'autre part M. Walin en a observés de tout aussi extraordinaires du côté du Bocq. Il y aurait donc tout au plus influence réciproque ?

Mais après la constatation des produits unitaires exceptionnels des calcaires du Hoyoux, on a trouvé des produits plus exceptionnels encore pour les calcaires du Bocq : ce seraient donc plutôt ces derniers qui draineraient les autres ?

Ce n'est cependant pas ainsi que j'entends conclure. Nulle part il n'existe de concordance absolue entre les crêtes terrestres et les crêtes liquides, même dans les bassins terreux les plus réguliers.

Toutefois, les différences sont en général de peu d'importance ; il est probable que c'est encore ce qui se présente aux régions qui nous occupent ; et pour être fixé sur le degré de discordance il eût fallu, comme je le disais en 1891, le levé de leurs nappes liquides.

Passons aux *observations chimiques et thermiques*.

Il n'y a point de bassins impeccables. Les meilleurs donnent lieu à des critiques plus ou moins nombreuses au sujet de la qualité de leurs eaux, et l'un des mieux réputés comme des mieux connus, le bassin du Hain qui concourt à l'alimentation de Bruxelles, eut à subir naguère de bien vifs reproches. En effet, ses sources, avant leur dérivation, émergeaient le long et dans le voisinage du thalweg, au bord du limon

gras qui forme le lit de la rivière.] Par les temps secs, cette terre compacte se gerçait, et à la moindre pluie — il pleut en Belgique pendant plus d'un jour sur deux — les ruissellements de la surface tombaient dans les fendillements, les remplissaient de leurs dépôts infectés, altéraient profondément les sources, et désorganisaient leurs réseaux draineurs naturels, de telle sorte que la pollution persistait même après cessation complète des pluies.

On sait qu'à l'origine les prises d'eau furent pratiquées à l'émergence. Le mal subsista donc et fut même aggravé par les visites de grenouilles, de taupes, de rats qui, entraînés dans les branchements, et de là dans les collecteurs, le grand aqueduc, le réservoir et les canalisations distributrices, y pourrissaient ou venaient échouer dans les compteurs et les tuyauteries particulières, pour y déterminer souvent une intolérable fétidité.

Je dus dépenser des centaines de mille francs pour corriger ces vices, et la réfection fut en majeure partie obtenue par la substitution, à ces prises superficielles, de drains abaissés et poussés aussi profondément qu'il fut possible sous les versants de la vallée.

Voilà les surprises auxquelles exposent les bassins modèles ; ne soyons donc pas étonnés que, dans les régions calcaires, tout ne soit pas irréprochable.

Ce que l'ingénieur doit rechercher ce n'est pas la perfection, c'est la moindre imperfection, et son art doit s'exercer à la réduire de son mieux.

A ce propos on a fait état d'un rapport de M. Rutot publié en mai 1893 et dénonçant certains ruisseaux, affluents du Hoyoux, comme susceptibles de fournir des eaux insuffisamment élaborées.

J'ai objecté alors que c'était sans importance pratique et que selon toute probabilité on trouverait le moyen d'y remédier. Les constatations de notre confrère M. Walin sont venues pleinement confirmer ces prévisions.

D'ailleurs, le même géologue avait antérieurement fait l'éloge des sources du Hoyoux et du Bocq, et les analyses longuement poursuivies de M. Depaire, professeur à l'Université de Bruxelles, ont depuis lors répandu une vive lumière sur le sujet.

Il a reconnu, pour toutes les sources de quelque valeur de ces deux rivières :

Une limpidité parfaite ;

Une saveur agréable ;

Des températures de 10 à 11 à 12° centigrades;

Et comme bactéries pathogènes : néant.

Pour les sources du **Hoyaux** il a relevé :

Des résidus salins de 289 à 300 milligr. au litre;

Et comme dureté 27° à 28° hydrotimétriques.

Pour les sources du **Bocq** il a enregistré :

Des résidus salins de 210 à 335 milligr. par litre;

Et comme dureté de 18 à 29° hydrotimétriques.

Considérées dans leur ensemble, ces sources sont donc très comparables à celles des bassins sablo-calcaireux de l'Entre-Senne-Dyle-et-Gèthe, du Bois de la Cambre, de la Forêt de Soignes, des régions crétacées de Mons, de Liège, du Geer; des roches calcaires de Tournai, de Soignies, de Rhisnes et des régions condrusiennes.

Ce sont d'excellentes eaux à boire, très saines, mal lessivantes et médiocres pour la plupart des industries; elles témoignent d'une longue et très lente filtration, d'une descente profonde en sous-sol, et d'une élaboration intime sous le contact prolongé d'éléments actifs et complexes.

Prises d'eau, serremments.

Il me reste à parler des *prises d'eau* et des *serremments*.

Faut-il capter les sources à l'émergence ou en profondeur?

Précédemment j'ai déjà condamné la première méthode et fortement recommandé la seconde pour les raisons suivantes :

Parce que les sources étant les déversoirs des réserves souterraines, dont les niveaux ou nappes sont toujours mobiles, même dans les situations les plus favorables, on risque, en agissant différemment, de perdre son bien au juste moment où il devient le plus nécessaire;

Parce que par les prises effectuées près du sol on est exposé à toutes les souillures;

Parce que les grandes pluies et les inondations compromettent alors ces ouvrages et leurs produits;

Parce que plus on les établit profondément, plus on pénètre dans la couche aquifère, plus on écarte les mauvaises influences de toute nature, plus les eaux recueillies offrent de garantie comme quantité, comme qualité, comme température et comme régularité de débit.

Les objections qui me sont opposées sont celle-ci :

Tout est indéterminé dans les calcaires du Hoyoux et du Bocq;

Leurs eaux circulent souterrainement par des voies inconnues;

Les unes peuvent être bonnes, les autres mauvaises;

En creusant profondément les prises, sous forme de galeries drai-

nantes, par exemple, on court à l'aventure et l'on recueille toutes les eaux quelconques ;

La conséquence est donc qu'il faut reconnaître une à une toutes les sources, faire le triage, et capter celles-là seulement au sujet desquelles tous les apaisements ont été obtenus.

J'ai montré que ce sont là des hypothèses qui ne reposent sur rien, et que toutes les constatations opérées concourent à établir que, pour chaque dépôt calcaire, les filtrations souterraines descendent dans une vaste couche aquifère unique, d'où sortent toutes les sources.

Comme preuve de la nécessité d'établir les prises à l'émergence, on nous a rappelé celles que proposait M. Van Hoegaerden dans le projet de Modave et que je reproduis ici :

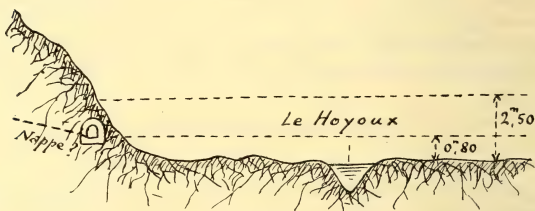


FIG. 7

Cette prise était donc formée par une galerie à fleur du sol et à 80 centimètres au-dessus du niveau habituel de la rivière.

C'était à l'époque où la commission gouvernementale imprimait que jamais le Hoyoux ne montait au delà.

Cependant, quelques temps après, le torrent subitement enflé, éleva son niveau à la hauteur de 2^m.50 !

Alors on se pose cette question : « Que fut devenue en pareille occurrence la prise de Van Hoegaerden ? »

Et l'on se donne cette réponse : « Elle eut été noyée, peut-être anéantie ! »

Mais cette réponse n'est-elle pas en même temps la condamnation des captages à l'émergence ? Évidemment. Ajoutons que M. Van Hoegaerden ne traçait pas de la sorte ses prises d'eau *ne varietur*. Celle que je viens d'indiquer avait donc de graves et multiples défauts, et le plus dangereux de tous, qu'on omet de signaler, c'était la perte totale de l'eau possédée en période de grande sécheresse.

Pour remédier d'un coup à ces vices, il y avait lieu de conseiller :

1^o La détermination de la nappe liquide et de ses oscillations maxima;

2^o Le creusement de la prise sous le niveau le plus bas de cette nappe;

3^o Son enfoncement dans la roche;

Et 4^o les précautions d'usage pour les revêtements.

Quant aux *serrements*, nous savons qu'ils servent à relever artificiellement la nappe aquifère pour emmagasiner en sous-sol des masses d'eau plus au moins considérables.

Or, selon l'ingénieur directeur actuel du service des eaux de la ville de Bruxelles, ces ouvrages, excellents dans les terrains du Bois de la Cambre, par exemple, sont illusoires pour les bandes calcaires du Condroz.

Mon sentiment est diamétralement opposé au sien.

La galerie du Bois de la Cambre plonge à environ 5 ou 6 m. en contrebas de la nappe liquide primitive.

Supposez ce drain totalement obstrué : le drainage serait supprimé de fait et la nappe liquide remonterait à son ancien niveau. Si on le désobstruait, toute l'eau emmagasinée affluerait d'abord, puis viendraient les venues normales.

Le moyen de réaliser ces effets consiste à barrer le drain — quand le terrain s'y prête, — et à ménager au travers du barrage, dans la galerie, une tubulure munie d'un robinet.

C'est ainsi que Dumont a établi le serrement de la galerie des eaux de Liège à sa traversée de l'argile;

C'est ainsi que j'ai construit un premier serrement provisoire pour la galerie d'Ophain-Lillois dans le limon gras de la vallée; puis un deuxième serrement en amont, dans le bruxellien compacte.

Mais au Bois de la Cambre, les terrains ne conviennent absolument pas : ils sont à la fois trop perméables et trop peu résistants, et l'on a choisi, pour y fonder un barrage, l'endroit le plus défavorable, une partie de sables bouillants pour la traversée desquels j'eus à vaincre les plus grandes difficultés.

Personne n'imaginerait sans doute de jeter un mur en travers d'une rivière coulant dans un lit de sable. Il est clair que le relèvement de l'eau en amont ne serait d'abord qu'insignifiant, et que bientôt il provoquerait des affouillements à la base et sur les côtés de l'obstacle, pour le miner et le détruire avec tous les ouvrages voisins.

Telle n'est pas la situation aux bandes calcaires du midi de la Meuse,

où la roche est résistante et ne peut donner lieu à des affouillements compromettants.

Si donc, dans ces terrains, les drains divers, galeries ou conduits, étaient percés *sous* la nappe liquide, et si de plus on y trouvait, comme aux drainages de Liège et d'Ophain-Lillois, des massifs compacts pour y encastrer les barrages, alors le relèvement de la nappe deviendrait possible, et l'emmagasinement souterrain de l'eau serait d'autant plus abondant que cette nappe aurait subi une plus forte dépression et que les solutions de continuité de la roche en amont se présenteraient en plus grande part.

CONCLUSIONS

Pour terminer j'oppose à M. Putzeys les conclusions suivantes :

Contrairement à ce qui a été prétendu, les engouffrements superficiels, dans les bassins du Hoyoux et du Bocq, sont d'infime importance et peuvent être corrigés.

Contrairement à ce qu'on affirme, la descente des eaux en sous-sol ne s'opère point en cascades, ni rapidement; tout annonce au contraire, par les parois existantes, les débits et la qualité des sources, qu'elles cheminent avec une extrême lenteur.

La couche aquifère se forme dans les calcaires fortement divisés, comme dans les bassins terreux.

Cette couche aquifère se termine supérieurement par une nappe qui s'établit toujours — comme dans les bassins terreux — en s'inclinant vers les fonds de vallées où émergent les sources.

Sans doute, la nappe liquide n'est-elle pas aussi continue dans les roches fissurées que dans les terrains finement arénacés, mais la continuité doit s'entendre, non dans le fait matériel, mais dans les hauteurs piézométriques.

L'interruption matérielle des couches aquifères et de leurs nappes s'accuse aussi bien dans les sous-sols terreux que dans les calcaires rocheux, par le moyen de leurs portions compactes.

Contrairement à ce qu'on affirme, la nappe, aux bassins considérés, est parfaitement déterminable, et probablement à peu de frais dans les conditions suffisantes pour la pratique.

Rien ne permet d'annoncer que le bassin souterrain du Hoyoux empiète sur les autres voisins; tout concourt à prouver que les empiètements réciproques, s'ils existent, sont de peu de conséquence finale.

Les jaugeages jusqu'ici opérés assurent aux bassins du Hoyoux et du Bocq, et en période de sécheresse comparable à celle de 1862-65, des

rendements à l'hectare-jour très rapprochés de 5 m³ et de 4 m³ 1/4 respectivement.

Les sources sont d'excellente qualité, mais dures; et les exceptions ici ne sont pas plus inquiétantes que celles des meilleures régions du Brabant.

Le levé de la nappe liquide et la recherche de ses oscillations maxima sont indispensables à l'établissement judicieux des prises d'eau et pour conjurer les surprises dangereuses des temps arides.

Ces prises sont à effectuer le plus profondément possible pour sauvegarder la quantité, la qualité, la régularité des sources acquises.

Contrairement à ce qui a été soutenu, un serrement dans les sables bouillants est une hérésie, et celui construit sous le Bois de la Cambre, si jamais il fonctionne, ne sera que compromettant pour l'ouvrage qu'il traverse; au contraire, un serrement sera de bonne application dans les calcaires du Condroz, à la double condition d'être installé sous la nappe minima et encastré dans un massif compact et résistant.

A la suite de cette communication, une discussion, à laquelle prennent part MM. *Kemna, Dupont, Putzeys, François, Delecourt-Wincqz, Walin, Blanchart* et *Cordeweener*, s'engage au sujet de divers points.

De cette discussion, il paraît résulter que le filtrage artificiel des eaux destinées à l'alimentation est critiqué et abandonné dans certaines localités, et que la ville de Francfort s'alimente par puits artésiens. Il est de nouveau question de l'alimentation de Paris, des épidémies qui se sont déclarées dans cette ville et de la circulation des eaux dans les calcaires. Enfin, en ce qui concerne la question de l'influence des calcaires dans les travaux de mine, M. Blanchart dit que de nombreux coups d'eau ont eu lieu dans certains charbonnages, à cause de la proximité du calcaire et que les directeurs d'exploitations redoutent en général l'approche des calcaires dans leurs travaux.

SÉANCE MENSUELLE DU 24 AVRIL 1894

Présidence de M. G. Jottrand, Président.

M. le Secrétaire donne lecture de la correspondance, comprenant une lettre de M. le professeur Prestwich, faisant cadeau à la bibliothèque de la Société d'un exemplaire de l'*Oryctographie de Bruxelles et description des fossiles des environs de cette ville*, par Xavier de Burtin.

Des remerciements sont votés au donateur.

Dons et envois reçus (abstraction faite des Périodiques ordinaires).

1° De la part des auteurs :

- 1826 **Jones T. Rupert.** *The Fossil Phyllopoda of the Palæozoic Rocks.* Extr. in-8°, 6 pages, 1 planche. London, 1893.
1827 — et **Kirkby (J.-W.).** *Sur une Leperditia nouvelle, du Calcaire carbonifère de la Belgique.* Extr. in-8°, 2 pages, 1 planché. Liège.
1828 **Lotti (B.).** *Sulla genesi dei giacimenti metalliferi nelle roccie eruttive basiche.* Extr. in-8°, 16 pages. Roma, 1894,
1829 **Omboni (G.).** *Discorso di apertura della riunione nel vicentino della Societa Geologica Italiana nel settembre 1892.* Extr. in-8°, 39 pages. Roma, 1893.
1830 **Wichman Dr A.** *Die Binnenseen von Celebes.* Extr. in-4°, 19 pages, 1 carte. Gotha, 1893.

2° Extrait des publications de la Société :

- 1831 **Ubaghs (C.).** *Sur l'origine des vallées du Limbourg hollandais.* 2 exemplaires.

3° Périodique nouveau offert en échange :

- 1832 *Bulletin de la Société normande d'études préhistoriques.* Tome 1, 1893. Louviers, 1894, in-8°.

M. François demande la parole pour un fait personnel, relatif à des appréciations peu obligeantes dont il aurait été l'objet lors d'une des dernières séances d'hydrologie.

M. le Président croit, à regret, devoir la lui refuser d'abord, parce

que conformément aux statuts, il veillera à ce que toute personnalité désobligeante soit écartée de nos publications, et ensuite parce qu'il s'agit de faits relatifs à une séance d'application, où le Bureau et le public habituel diffèrent de ceux des réunions mensuelles.

M. *Verstraeten* se joint à M. François dans le désir de vider un incident qui l'intéresse au même titre, mais devant les déclarations de M. le Président, il se contentera de faire connaître au dehors de la Société les griefs que tous deux déclarent avoir à formuler contre l'auteur de la communication incriminée : M. Putzeys.

M. le *Secrétaire* se déclare précisément autorisé par M. Putzeys, absent de la séance, à transmettre au Bureau pleins pouvoirs pour éliminer tout ce qui pourrait paraître personnel ou agressif dans le manuscrit remis par lui pour l'impression et qui constitue la rédaction de la communication orale visée par MM. François et Verstraeten.

M. le *Président* déclare l'incident clos et croit que, grâce à cette dernière déclaration, il le sera à la satisfaction de tous les intéressés.

Communications des membres.

1° L. DOLLO. Qu'est-ce qu'un crinoïde ?

L'auteur résume l'état actuel de nos connaissances sur les crinoïdes, d'après les travaux les plus récents.

2° Deux questions figuraient à l'ordre du jour : 1° *Recherches relatives à la présence des calcaires au point de vue des venues d'eau dans les charbonnages*, question présentée par M. Blanchart ; 2° *Le mode d'exploitation des calcaires*, par M. Flamache.

1° L'influence des calcaires au point de vue des venues d'eau dans les charbonnages.

M. Blanchart, absent et n'ayant pu développer ses vues sur ce premier sujet, plusieurs des membres présents, en attendant l'exposé promis, échangent quelques réflexions préliminaires.

M. Éd. Dupont, qui n'admet guère de fendillement dans les calcaires qu'à proximité de la surface, propose, comme démonstration de ses vues, une excursion aux environs des Grands-Malades et de la vallée du ruisseau de Samson, près de Namur. On y verra très nettement la localisation des zones de fendillement du calcaire et les poches de sables tertiaires qui, au moins en ces parages, filtrent l'eau avant son entrée dans la roche calcaire.

M. Walin croit que l'enquête que voudrait, nous le savons, voir faire

M. Blanchart au sujet de l'influence de la proximité ou de la présence des calcaires dans les mines avec fortes venues d'eau, ne serait complète et instructive que si la Société réclamait, pour l'étude de cette question, le concours de Messieurs les Ingénieurs du corps des mines.

M. *Delecourt-Wincqz*, ayant consulté sur cette question — dont lui a déjà parlé M. Blanchart — de nombreux directeurs de charbonnages, a appris d'eux que, conformément aux vues de ce collègue, l'eau existe abondamment dans les calcaires rencontrés au cours des exploitations minières. Il croit donc qu'un questionnaire adressé aux directeurs de charbonnages fournirait des faits nombreux et utiles à commenter. Le Bureau de la Société, aidé par quelques spécialistes : MM. Van Scherpenzeel-Thim, Lambert, Moulan et autres, pourrait faire dans ce sens utile besogne.

2^e A propos de la deuxième question : **Les calcaires belges et leur mode d'exploitation**, M. *Flamache*, qui a introduit cette question, dit tout d'abord que si les calcaires n'étaient pas fissurés ils ne seraient pas pratiquement exploitables.

M. *Dupont* fait observer qu'il faut distinguer préalablement les divers états des calcaires, qui se présentent sous la forme de calcaires stratifiés ou massifs, suivant l'origine de la roche, et sous l'aspect de couches horizontales et de couches redressées, suivant la géogénie de la région étudiée. Il faut aussi tenir compte de l'allure et du nombre relatif des diaclases qui recoupent les bancs des calcaires stratifiés.

L'exploitation, facile dans le cas de calcaires stratifiés, recoupés par des diaclases, est plus difficile en l'absence de celles-ci ; mais il y a le procédé des encoches garnies de coins en fer, et surtout le découpage au fil hélicoïdal, qui facilitent singulièrement l'extraction.

Certains calcaires massifs, d'origine corallienne, tels que les calcaires rouges et le marbre Sainte-Anne, exigent, vu leur compacité, un travail très pénible basé sur l'éclatement produit par la mise en œuvre de rainures patiemment burinées dans la roche. Il semble que l'emploi du fil hélicoïdal rendrait de grands services dans ces exploitations. On l'emploie aux carrières Saint-Remy (marbre rouge), et il y a peu de déchet.

M. *Delecourt-Wincqz* explique le jeu des machines à retaille, qui divisent les roches calcaires à l'aide du trépan circulant sur des rails rectilignes allant jusqu'à 150 mètres de long. Dans nos carrières de Soignies, dit-il, on peut voir un espace ainsi coupé verticalement par la machine à retaille sur une hauteur de plus de 45 mètres sur 300 mètres de long. La roche ainsi découverte ne présente pas de solutions de continuités visibles.

L'orateur, complétant les explications de M. Dupont sur le fil hélicoïdal, parle des nouveaux outils en acier chromé, grâce auxquels, dans quelques années, on pourra renover l'outillage des carrières et moulurer la pierre sur place, à la machine, tout comme on le fait déjà pour les marbres de Bagnères et pour le granit d'Écosse.

Il expose ensuite la théorie des sondages au diamant et des nouveaux systèmes à l'acier chromé.

L'acier remplace déjà le diamant. Il rappelle que les sondeurs extrayent de leurs forages des colonnes, découpées d'une pièce.

Il donne enfin quelques détails sur l'emploi d'une tôle d'acier manœuvrant sur du sable et remplaçant aussi le diamant.

Il voudrait voir l'industrie des carrières entrer dans une voie plus industrielle, grâce à l'emploi des outils perfectionnés qui font la fortune des carriers allemands et anglais.

BIBLIOGRAPHIE

HENNIG. **Bryozoaires du système crétacé de la Suède. Cyclostomata.** (*Lund's Universit. Arsskrift*, t. XXX.) 1894.

L'auteur a suivi la classification proposée par M. Pergens, en 1889 dans sa Révision des bryozoaires de d'Orbigny. Le travail est très bien fait et le seul reproche que l'on pourrait lui faire c'est que les deux planches qui accompagnent cette publication, quoique suffisantes pour les spécialistes, ne sont pas à la hauteur d'exécution à laquelle atteint la perfection moderne. Le texte est orné d'un bon nombre de sections de colonies qui éclairent leur structure intérieure; dans plusieurs de ces figures les *tabulæ* transversales sont visibles.

La faune des Cyclostomes comprend 61 espèces, rapportées à 35 genres; 15 espèces sont nouvelles; deux genres nouveaux ont été créés : *Spiridmonea*, une Idmonée en forme de spirale, et *Neuroporella*, qui renferme les *Neuropora* rampantes.

16 espèces ont été rencontrées dans le Danien d'Annetorp; les localités suivantes, qui appartiennent au Sénonien, craie à *Bel. mucronata*: 10 espèces à Quarnby et Jodberga; 9 à Köpinge; 8 à Stafversvad; 6 à Hemmingslycke; 5 à Mörby; 2 à Thus; le Sénonien à *Actinocamax mamillatus* est plus riche en bryozoaires, ainsi Ignaberga a 11 espèces; Balsberg, 38; W. Olinge, 9; Ifö, 8; la grotte de Barnakälle, 10; Oppmanna, 2; Karlshamn, 15; Gropemöller, 11; O. Karup, 9. Une espèce

est reconnue du Jurassique; 2, du Néocomien; 9, du Cénomanién; 5, du Turonien; 38, du Sénonien d'autres pays; 52, du Sénonien suédois; 20, du Danien; 3, de l'Éocène; 3, du Miocène; 2, du Pliocène; 1, de l'époque actuelle.

NOUVELLES ET INFORMATIONS DIVERSES

Le Procès-Verbal de la réunion du 7 Mars 1894 de la Société Géologique de France renferme l'intéressant procédé suivant de consolidation des fossiles friables, dû à M. Ch. JANET.

CHARLES JANET : Transformation artificielle en gypse du calcaire friable des fossiles des sables de Bracheux.

Les fossiles des sables de Bracheux sont, le plus souvent, extrêmement fragiles. A Bracheux même, il y a, dans la sablière de la Justice, des couches absolument remplies de Turritelles transformées, par suite de la dissolution d'une partie de leurs éléments minéraux, en un calcaire farineux si dépourvu de toute cohésion que l'extraction de ces fossiles est absolument impossible.

J'ai obtenu, sur place, une consolidation suffisante en faisant couler très lentement dans l'intérieur du sable fossilifère une assez grande quantité d'eau bouillie, additionnée d'une quantité extrêmement faible d'acide sulfurique et saturée de sulfate de chaux.

L'acide sulfurique transforme le carbonate de chaux en sulfate. Il n'y a pas de dégagement d'acide carbonique gazeux parce que l'eau, dépourvue de gaz par l'ébullition, suffit largement à la dissoudre. Il n'y a pas dissolution du sulfate de chaux produit puisque le liquide employé a été préalablement saturé de ce sel. Grâce à ces conditions spéciales et à la lenteur suffisante de l'opération, le sulfate de chaux cristallise et les fossiles sont transformés, au moins superficiellement, en gypse assez cohérent pour qu'un simple lavage du sable fossilifère devienne suffisant pour les dégager.

On sait que, dans les lignites de l'argile plastique, par suite de la décomposition de la pyrite qui s'y trouve souvent en forte proportion, les fossiles peuvent être transformés en gypse. M. Munier-Chalmas a appelé l'attention sur ce point, lors de l'excursion de la Société au Mont-Bernon en 1889 (1).

La transformation artificielle que j'ai obtenue avec les fossiles friables de la sablière de Bracheux est tout à fait analogue à cette transformation naturelle des fossiles du Mont-Bernon. Toutes deux sont simplement le résultat de l'action, dans des conditions spéciales, d'une eau chargée d'une très faible quantité d'acide sulfurique.

(1) *B. S. G. F.*, S. 3, T. 17, p. 867.

SÉANCE MENSUELLE DU 29 MAI 1894

Présidence de M. Jottrand, Président.

Correspondance.

La *Fédération archéologique et historique de Belgique* envoie une circulaire relative à la prochaine session, qui aura lieu à Mons du 5 au 8 août. Il est rappelé que notre Société faisant partie de la Fédération, nos membres peuvent souscrire au Congrès moyennant cinq francs. Secrétariat du Congrès : 27, boulevard de l'Industrie, à Mons.

M. *Golliez*, secrétaire du Congrès international de géologie de 1894, qui se tiendra en Suisse, prie les membres de la Société d'envoyer leur adhésion au Congrès et engage les membres à souscrire aux excursions, notamment à celle du Jura, qui promet d'être des plus intéressantes.

La *Società geologica italiana* envoie une circulaire, comprenant un questionnaire relatif aux desiderata de la nomenclature lithologique.

Nous publions ces questions en Annexe au présent procès-verbal.

Dons et envois reçus :

1^o De la part des auteurs.

1833 **Credner (H.)**. *Die Stegocephalen und Saurier aus dem Rothliegenden des Plauen'schen Grundes bei Dresden*. Extr. in-8°, 70 pages, 3 pl. Berlin. 1884.

1834 **Matthew (G. F.)**. *Illustrations of the fauna of the St John Group*. Extr. in-4°, 44 pages, 2 pl.

1835 **Mieg (M.)**. *Mulhouse et le Sundgau avant l'histoire*. Extr. in-8°, 15 pages. Mulhouse, 1894.

1836 **Nyssens-Hart (J.)** et **Jone (J.)**. *Le port de vitesse de Heyst*. 1 vol. in-8°, 121 pages et 3 cartes.

1837 **Newton (R. B.)** et **Harris (G. F.)**. *A Revision of the British Eocene Scaphopoda, with descriptions of some new species. Descriptions of some new or little known Shells of pulmonate Mollusca from the Oligocene and Eocene formations of England*. Extr. in-8°, 16 pages, 1 pl. 1894.

- 1838 **Parent (H.)**. *Notes sur les terrains tertiaires du pays de Caux*. Extr. in-8°, 15 pages. Lille, 1894.

2° Extraits des publications de la Société :

- 1839 **Bertrand (Dr C. E.)**. *Conférence sur les charbons de terre. — Les Bogheads à algues*. 2 exemplaires.
 1840 **Dollo (L.)**. *Les lois de l'évolution*. 1 exemplaire.
 1841 **Fisch (A.)**. *Communication sur le baromètre-enregistreur-avertisseur appliqué aux puits de mines grisouteux*. 2 exemplaires.
 1842 — *Procès-verbal de la séance de Géologie appliquée du 6 avril et du 13 juin 1893*. 2 exemplaires.
 1843 **Stainier (X.)**. *Matériaux pour la faune du Houiller de Belgique*. 3^e note. 2 exemplaires.
 1844 **Id.** *Étude sur le bassin houiller d'Andenne*. 2 exemplaires.

Présentation de nouveaux membres.

Est présenté en qualité de membre effectif :

M. Jean LAFITTE, Ingénieur à Fourmies, département du Nord.

Communications des membres.

M. le *Président* donne la parole à M. Dupont pour la communication annoncée à l'ordre du jour.

M. *Dupont*, vu la présence de M. Blanchart à la séance, prie celui-ci de bien vouloir exposer en détail les faits relatifs à des venues d'eau constatées dans les mines de houille au contact des calcaires.

1° A la demande de M. Dupont, M. *Blanchart* fait une communication dont il a envoyé le résumé suivant :

La présence des calcaires au point de vue des venues d'eau dans les charbonnages.

A propos d'une communication précédente au sujet de la présence de l'eau dans le calcaire et de la fissuration de ces roches, M. Blanchart rappelle les craintes qu'éprouvent les directeurs de charbonnages et les mesures de prudence qu'ils prennent lorsque leurs travaux se trouvent dans le voisinage des calcaires ; il cite différents cas d'inondations de travaux et de présence d'eau à grande profondeur dans les calcaires qui justifient ces appréhensions.

Incidemment, il signale certains faits intéressants au point de vue de la géologie des terrains situés entre la Sambre et l'Eau-d'Heures, au

midi de la bande calcaire qui s'étend de Marcinelles à Fontaine-l'Évêque.

Le travail de M. Blanchart, avec les figures qui l'accompagnent, sera publié aux *Mémoires*.

2° M. Dupont fait, en s'aidant de croquis de cartes et de plans, l'exposé de sa communication intitulée :

La circulation souterraine des eaux à Rochefort et à Han.

M. le *Président* croit être l'interprète des membres présents en remerciant chaleureusement M. Dupont au sujet de son beau travail. (*Applaudissements.*)

En présence des connexions qui existent entre le travail de M. Dupont et le compte rendu de l'excursion de la Société, faite l'an dernier dans les calcaires, M. le *Président* propose de reporter l'impression du mémoire détaillé que compte déposer M. Dupont, dans le volume de 1893, à la suite du compte rendu de l'excursion. (*Adopté.*)

3° M. le *Président* donne ensuite la parole à M. Stainier, pour les deux communications annoncées à l'ordre du jour.

EXTENSION DU MASSIF CRÉTACÉ DE LONZÉE

PAR

X. Stainier

Docteur en sciences naturelles.

On connaît depuis longtemps le curieux massif de roches glauconifères crétacées exploitées à Lonzée et rapportées à l'étage hervien (1). Le massif reconnu jusqu'aujourd'hui se trouvait dans le village même de Lonzée sur la rive droite de l'Harton.

Des travaux récents viennent de montrer que la glauconie de Lonzée présente également une extension assez considérable sur la rive gauche de l'Harton. On est occupé actuellement à Lonzée à creuser les fondations d'un château pour M. le Représentant Mélot, de Namur. Ce

(1) MALAISE : *Note sur le terrain crétacé de Lonzée*, BULL. ACAD. ROY. DE BELGIQUE, 2^e série, t. XVIII, p. 317.

MALAISE. *Description de gîtes fossilifères devoniens et d'affleurements du terrain crétacé*. Commission de la carte géologique de la Belgique, 1879.

RUTOT. *La géologie des environs de Lonzée*. BULL. SOC. BELGE DE GÉOLOGIE, t. I, 1887, p. 67.

château s'élève sur un plateau s'étendant au sud de la borne 46 de la grand'route de Bruxelles à Namur, entre le confluent de l'Harton et du ruisseau de la Fontaine Henry.

Les travaux ont nécessité le creusement de plusieurs puits et excavations qui tous ont rencontré le terrain crétacé.

Au sud et tout contre la grande route on a creusé deux puits pour la briqueterie ; on y a recoupé :

Limon quaternaire	2 mètres.
Crétacé	1 ^m . 80.
Silurien	12 mètres.

Le Crétacé se présente sous forme d'une argile très bariolée à la partie supérieure et assez impure, jaunâtre, verdâtre avec taches brunes. On prendrait aisément cette argile pour un produit de décomposition du Silurien si l'on n'y trouvait des éclats anguleux de silex noir-brun.

En dessous on voit une argile très glauconieuse d'un beau vert ressemblant complètement à la glauconie exploitée à Lonzée. Elle renferme de petits cailloux pisaires de quartz hyalin et de phtanite noir. Ces cailloux deviennent assez nombreux vers le bas pour former un véritable gravier.

Il est probable que l'argile bigarrée supérieure est un produit de décomposition du Silurien remanié à l'époque crétacée. En dessous du Crétacé vient le Silurien, commençant par une couche très altérée, transformée en argile grise.

Dans un des puits, qui sont presque contigus, on a rencontré, entre le Quaternaire et le Crétacé, une mince couche de sable bruxellien local et bouillant, qui a forcé d'abandonner ce puits.

A environ 200 mètres de la route et à 200 mètres au sud de la borne 46, on a creusé un puits pour alimenter une chaudière et servir à la fabrication du mortier ; on y a percé :

Argile bigarrée	0 ^m . 80.
Argile glauconieuse	0 ^m . 20.
Argile graveleuse	1 mètre.
Silurien	5 mètres.

L'argile glauconieuse présente les mêmes caractères qu'au puits précédent, là aussi elle renferme de petits amas de marne jaunâtre très argileuse.

Un peu au sud, une excavation montre l'argile glauconieuse surmontée d'un peu d'argile bigarrée et arrivant près de la surface du sol. On est là sur le biseau terminal du gisement, car près du bord du plateau on voit le sol d'abord jonché d'éclats anguleux de silex noir,

brun, à patine blanc-bleuâtre, puis enfin apparaissent les schistes détritiques du Silurien, avec assez bien de fragments anguleux de quartz très laiteux, dont je ne m'explique pas l'origine.

Au nord et tout contre la grand' route, un puits d'une ancienne briqueterie a, paraît-il, aussi rencontré l'argile glauconieuse, comme le montrent d'ailleurs les déblais du puits que l'on trouve encore autour de celui-ci. Il serait difficile pour le moment de dire jusqu'à quelle distance vers le nord-est s'étend ce lambeau crétacé. Notons seulement qu'au delà du chemin de fer un sondage a rencontré le Silurien sous 12 mètres de limon sans interposition de Crétacé. (Coordonnées du sondage par rapport à la borne 46 : Long. Est = 900 m. Lat. nord = 170 m.)

Dans un de ses travaux précités, M. Malaise a signalé la présence de roches glauconieuses crétacées qui auraient été rencontrées dans une prairie par des travaux de drainage. Le point où a été faite cette découverte, point que M. Malaise a repéré sur ma carte-minute au 1/20000, se trouve justement dans la vallée qui borde le plateau dont nous venons de parler. Ce fait, s'il était confirmé, aurait une grande importance. Remarquons que dans ce cas le Crétacé se trouverait dans ces deux points très rapprochés à des altitudes différant de 25 mètres : par conséquent la surface du Silurien sous ce Crétacé se trouverait également à des différences de niveau de 25 mètres et l'on en pourrait déduire qu'à l'époque du Crétacé de Lonzée, la vallée du ruisseau de la fontaine Henry et celle de l'Harton présentaient déjà sensiblement leur profil actuel.

Mais il reste à voir si les roches glauconieuses de la vallée sont en place et n'y ont pas été entraînées par les eaux bien après le Crétacé.

Comme on le voit donc, le Crétacé présente sur la rive gauche de l'Harton une extension assez considérable. L'intérêt principal de ces découvertes, c'est de montrer la grande étendue que le Crétacé a jadis occupée dans cette région. Dans un de ses travaux précités, M. Malaise a signalé des restes de terrain crétacé en plusieurs points des territoires de Gembloux et de Grand-Manil. Moi-même j'ai signalé un lambeau de glauconie hervienne existant à Onoz-Spy (1) loin des gisements reconnus. J'en ai encore retrouvé il y a quelque temps un autre, dans un champ situé près de la lisière d'un bois, dans un fond, aux deux côtés de la route qui va du château de Golzinne vers la grand'route de Namur. En cet endroit, situé environ à 600 m. au S.-O. de la

(1) X. STAINIER : *Extension du Hervien jusque Onoz-Spy*. ANN. SOC. GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE, t. XX. Bulletin, 1893.

borne 49 de la route de Namur, on voit sur le sol de nombreux éclats de silex plongés dans une argile tenace bigarrée. Ce point est à 3,5 kilom. de Lonzée. Comme on le voit, on découvre petit à petit des lambeaux du vaste massif crétacé, qui a dû s'étendre sur toute la région réunissant le crétacé du Hainaut à celui de la Hesbaye.

Très probablement des recherches ultérieures feront encore découvrir de nouveaux lambeaux, préservés de la dénudation, soit dans les anfractuosités des calcaires, soit sous le manteau de limon quaternaire et de sables bruxelliens.

DÉCOUVERTE

DE LA

FAUNE DE L'ASSISE D'ETRÆUNGT

A MONT-SUR-MARCHIENNES

PAR

X. Stainier

Docteur en sciences naturelles.

Dans l'important travail que M. Briart vient de faire paraître sur la géologie des environs de Fontaine-l'Évêque et de Landelies (1) j'ai remarqué un passage qui m'a remis en mémoire une découverte paléontologique que j'ai faite en 1888, mais que j'avais perdue de vue depuis.

Le moment semble opportun de l'exhumer aujourd'hui de l'oubli. Dans son travail précité, M. Briart, en étudiant les couches famenniennes et carbonifères qui forment le lambeau de poussée de Landelies et parlant de certaines couches de passage entre le Famennien et le Carbonifère, dit ceci (2) : « Ce calcaire et les schistes intercalés ne peuvent être que les schistes et calcaires d'Etrœungt. Nous en arrivons donc à trouver que le sommet de l'étage famennien de la Sambre se rapproche beaucoup plus de ce qu'il est au delà de la frontière que de ce qu'il est généralement en Belgique. On sait que les schistes et

(1) *Annales de la Société géologique de Belgique*, t. XXI. Mémoires.

(2) *Op. cit.*, page 75.

psammites d'Etrœungt et les psammites qui les surmontent, ont été reconnus comme devoniens par les géologues français, entr'autres par MM. Hébert et Gosselet et que leur opinion a prévalu. »

Plus loin cependant (1) M. Briart dit que dans un puits de recherche de charbonnage, puits qui recoupe les mêmes couches, il a constaté la présence d'une faune presque entièrement carbonifère; ce qui, pense-t-il avec raison, met en doute l'assimilation de ces couches avec celles de l'assise d'Etrœungt.

Or, la découverte que j'ai faite jadis peut jeter quelque lumière dans le débat, en montrant que *la faune d'Etrœungt existe bien réellement dans la région.*

Cette découverte a eu pour théâtre (2) un autre lambeau de poussée que celui de Landelies : le lambeau des Haies de Mont-sur-Marchiennes, à un endroit qui n'est éloigné que de 2000 et 3000 mètres à l'Est des deux points cités par M. Briart.

La grand'route de Charleroi à Beaumont par Mont-sur-Marchiennes traverse en tranchée le contact entre le Famennien et le Carbonifère, entre Bomerée et Mont-sur-Marchiennes, à 400 mètres à l'ouest de la ferme des Haies. Dans le talus occidental de la tranchée on voit d'abord une petite carrière abandonnée, creusée dans le calcaire à crinoïdes de l'étage tournaisien. Un peu au sud, et tout près dans le talus, on voit des schistes et des psammites. Il y a là un banc de psammite jaunâtre altéré qui renferme de nombreux fossiles, spécialement :

Spirifer Verneuilli.

Rhynchonella Boloniensis.

Athyris concentrica.

Fenestella antiqua.

Polypora?

Phacops granulatus.

Rhynchonella Gosseleti (3) (Plusieurs spécimens).

(1) *Op. cit.*, page 80.

(2) J'ai fait cette découverte lorsque je travaillais avec M. J. Poskin, alors professeur à l'école d'agriculture de Mont-sur-Marchiennes, au levé de la carte agricole de Mont-sur-Marchiennes qui a figuré à l'exposition de Bruxelles en 1888.

(3) Cette espèce, toute nouvelle, vient d'être décrite et figurée par M. Oehlert, dans les *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XX, Mémoires, p. 125, d'après des échantillons fournis par M. Mourlon, qui a rencontré ce fossile, toujours au même niveau, dans un grand nombre de points en Belgique. (Cf. MOURLON, *Ann. soc. géol. de Belgique*, t. XX, Mémoires, p. 119.)

C'est bien là une faune tout à fait devonienne, mais bien plus, les deux derniers fossiles sont absolument caractéristiques du niveau le plus élevé du Famennien : de l'assise d'Etrœungt. Comme on le sait, cette assise d'Etrœungt correspond à l'assise de Comblain-au-Pont (Fazd) de la nouvelle légende de la carte géologique au 1/40.000 ; cette assise y est caractérisée comme suit « Alternance de calcaire, schistes, psammites et macigno. *Phacops granulosus*, *Rhynchonella Gosseleti* ».

Comme on le voit, la présence de l'assise d'Etrœungt est bien certaine aux Haies de Mont-sur-Marchiennes et, selon toute probabilité aussi, aux points signalés par M. Briart dans le lambeau de Landelies.

A la suite de la communication relative à l'extension des dépôts crétacés de Lonzée, une discussion a lieu entre M. Dupont et l'auteur, au sujet du remplissage probable, indiqué par M. Stainier d'une ancienne vallée par les dépôts sénoniens marins de Lonzée et du creusement de celle-ci à l'époque quaternaire. M. Dupont est peu disposé à admettre cette manière de voir.

M. Stainier admettant que le lambeau de terre verte situé au fond de la vallée est de faible étendue, M. Rutot croit plutôt à un coulage accidentel de terre verte au fond de la vallée, lors du creusement de celle-ci.

4° Avant de reprendre sa place, M. *Stainier* désire ajouter quelques mots à la suite de la communication de M. Blanchard. Il expose les faits suivants :

LES CALCAIRES SONT-ILS AQUIFÈRES EN PROFONDEUR

PAR

X. Stainier

A cette question, notre confrère et ami M. C. Blanchart vient de répondre d'une façon péremptoire par une série de faits des plus intéressants fournis par des exploitations minières et qui montrent que les calcaires sont très aquifères en profondeur. Très heureusement, en effet, en Belgique nous n'en sommes pas réduits à de simples conjectures sur ce qui se passe en profondeur dans les calcaires au point de vue hydrologique. Nous avons eu de nombreuses exploitations minières dans ou au voisinage des calcaires et qui, malheureusement pour elles, ont fait tristement connaissance avec les eaux de ces calcaires. Aux

faits cités par M. Blanchart je suis heureux de pouvoir en ajouter quelques autres pris dans une région différente et pouvant ainsi montrer la généralité du phénomène.

1° *Au charbonnage d'Aiseau-Presles* on a fait des recherches vers la limite sud du terrain houiller. On a percé dans le puits les roches suivantes : Terrain houiller 60 mètres ; calcaire carbonifère horizontal 60 mètres. A cette profondeur l'abondance des eaux a été telle qu'il a été impossible de continuer le puits ; la recherche a été poursuivie par un sondage qui a recoupé : calcaire 50 mètres ; faille d'Ormont, puis terrain houiller 250 mètres. Le calcaire est ramené ici au-dessus du houiller par la faille de refoulement d'Ormont.

2° *Au charbonnage de Deminche* la grande galerie d'écoulement de Mérimfosse a été poursuivie sans encombre jusqu'au moment où elle est arrivée dans les phthanites au contact du calcaire. A ce moment la venue d'eau a été telle que l'extrémité de la galerie a dû être abandonnée et isolée par un serrement.

3° *Minières de la Société Cockerill à Houssois (Vezin)*. Dans la région de Vezin-Ville-en-Waret, Vedrin, etc., on a exploité très activement et on exploite encore une couche d'oligiste oolithique intercalée dans les schistes de la Famenne, lesquels schistes reposent sur une puissante assise de calcaire frasnien tellement aquifère que les exploitants sont obligés de prendre les plus grandes précautions pour empêcher l'accès des eaux du calcaire dans leurs travaux, par des fissures qui se produiraient dans la couche de schiste imperméable protectrice qui sépare l'oligiste du calcaire. Pour éviter que les vides produits par l'enlèvement du minerai ne provoquent des affaissements et des fissures on laisse dans la mine, de distance en distance, des massifs de minerai comme piliers. Parfois on enlève après coup ces piliers et c'est alors que l'exploitation devient particulièrement dangereuse. Malgré toutes les précautions que l'on prend, très fréquemment les eaux ont fait subitement irruption dans les mines, produisant ce que l'on appelle des « coups d'eau ». Les minières de Houssois surtout ont été sujettes à ces accidents par suite d'une disposition spéciale dans les terrains. Entre Ville-en-Waret et Houssois la couche d'oligiste décrit un bassin très régulier dont le fond s'enfonce assez bas et par conséquent les eaux du calcaire, arrêtées par les schistes imperméables, sont soumises sous ces schistes à une pression considérable. Les minières de Houssois se trouvent sur le versant méridional de ce bassin. Dans cette région la couche de schiste qui sépare l'oligiste du calcaire et qui a normalement une vingtaine de mètres d'épaisseur, arrive parfois à ne plus avoir que 4 mètres, comme on s'en est assuré par sondages. Aussi

dans ces conditions la situation était très dangereuse et les coups d'eau étaient particulièrement fréquents et désastreux. Un accident surtout a été remarquable. Le puits Marie descend jusqu'à la profondeur d'environ 120 mètres, où il recoupe l'oligiste ; puis par un défoncement suivant l'inclinaison de la couche, on est descendu jusqu'à la profondeur d'environ 160 mètres. La pression des eaux fut tellement forte qu'elle fit sauter avec un bruit considérable la mince couche de schiste sur laquelle repose l'oligiste et les travaux furent inondés avec une rapidité inouïe.

4° *Minières de la Société de Couillet, à Ville-en-Waret.* Ces minières exploitent le versant nord du bassin dont nous avons parlé à l'article précédent ; il s'y est produit, vers 1850, un fait curieux analogue à ceux que nous avons décrits. Au moyen d'une galerie d'écoulement à flanc de coteau dite « galerie de Bambo », on avait recoupé la couche d'oligiste, puis on avait poussé, à l'est et à l'ouest, des galeries d'exploitation dans le minerai. Une de ces galeries vers l'ouest recoupa un filon de pyrite. Pour reconnaître ce filon on y enfonça un puits à partir de la surface. Quand ce puits eut traversé les schistes de la Famenne et arriva au voisinage du calcaire dévonien, l'afflux des eaux augmenta rapidement, puis tout à coup les eaux arrivèrent si soudainement que les ouvriers n'eurent même pas le temps d'emporter leurs outils pour se sauver. Les eaux les suivaient et finirent par déborder à la surface du sol en débitant continuellement près de 10 mètres cubes par heure.

Toutes les minières des environs ont présenté les mêmes phénomènes et il serait très facile d'en citer des quantités.

5° *Mines métalliques.* L'immense majorité de nos mines métalliques sont situées dans le calcaire ou la dolomie. Toutes ces mines, à quelques exceptions près, sont aujourd'hui abandonnées et, dans presque toutes, l'abandon a été nécessité non pas par l'épuisement des mines, mais par l'abondance des eaux sans cesse croissantes avec la profondeur et le développement des travaux. Certaines de nos mines, celles du Bleyberg, par exemple, sont célèbres par les efforts gigantesques que l'on y a tentés pour maîtriser les venues d'eau et qui ont été infructueux.

D'après tous ces faits cités par M. Blanchart et par moi, faits dont la liste serait bien facile à allonger, il est facile de voir que, même en profondeur, nos calcaires se montrent très aquifères.

M. le Secrétaire résume ensuite un travail de M. A. J. BOURDARIAT, intitulé : **Notes sur les alluvions aurifères de Grenade (Espagne)**. Cette note sera insérée aux *Mémoires* avec la figure qui l'accompagne.

5^o Enfin, M. le Secrétaire dépose le travail suivant de M. le Dr Ed. Pergens.

BRYOZOAIRES

DU

SÉNONIEN DE LA CARRIÈRE DE CACHEMBACK

PRÈS CHARTRES (FAUBOURG SAINT-BARTHÉLEMY)

PAR

Ed. Pergens.

La petite faune, que je dois à l'obligeance de M. de Grossouvre, Ingénieur en chef des mines, comprend 30 formes de bryozoaires. Déjà 29 espèces sont connues du Crétacé de France; 6 du Crétacé de Maestricht; 7 du Sénonien de Rügen; 5 du Danemark et de la Suède; 5 se rencontrent déjà dans le Cénomanien, 5 dans le Turonien, 3 remontent à l'Éocène, 2 au Miocène, 1 au Pliocène, et 1 vit encore.

Comme il était inutile de rapporter toutes les espèces aux textes originaux, je n'ai fait ces citations que pour les formes non signalées dans mes listes de Sainte-Palermes, Lavardin et la Ribochère (1), ni dans celle de la carrière de l'Arche de Lèves (2), cette dernière, située comme celle de Cachemback, aux environs de la ville de Chartres.

***Stomatopora angustata*, d'Orbigny.**

1889. *Stomatopora angustata*, Pergens, Révis. bryoz. d'Orb., p. 331.

La forme que l'on rencontre est celle à une et à deux lignées de zoécies, correspondant à la figure 8 de la planche 632 de d'Orbigny.

***Entalophora pustulosa*, var. *recta*, Pergens.**

1889. *Entalophora pustulosa*, var. *recta*, Pergens, Révis. bryoz. d'Orb., p. 363.

Une seule colonie de cette forme a été rencontrée.

(1) *Bullet. Soc. belge de Géol.*, t. VI, 1892. P. V., p. 200.

(2) *Ibid.*, t. VIII, 1894, p. 131.

NOMS DES ESPÈCES.	Sénon. de France.	Maestr. Limbourg.	Sénon. Rügen.	Sénon. Danemark et Suède.	Cénomannien.	Turonien.	Éocène.	Miocène.	Pliocène.	Récents.
<i>Stomatopora angustata</i> , d'Orb.	—	—	—	—	×	—	—	?	?	?
— <i>granulata</i> , d'Edw.	×	—	—	—	×	×	×	—	—	—
— <i>Toucasiana</i> , d'Orb.	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Idmonea triangularis</i> , d'Orb.	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>communis</i> , d'Orb.	×	—	×	—	—	—	—	—	—	—
<i>Entalophora madreporacea</i> , Gldfs.	×	×	×	×	—	—	—	×	—	—
— <i>pulchella</i> , Rss.. . . .	×	—	—	—	×	×	×	—	—	—
— <i>pustulosa</i> , var. <i>recta</i> , Perg.	×	—	—	—	—	—	—	×	×	×
— <i>proboscidea</i> , Edw.	×	×	×	×	×	×	×	—	—	—
— — var. <i>rustica</i> , Hag.	×	×	×	×	—	—	—	—	—	—
<i>Spiropora verticillata</i> , Gldfs.	×	×	×	×	×	×	—	—	—	—
— <i>macropora</i> , d'Orb.	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Heteropora costata</i> , d'Orb.	×	—	—	—	—	×	—	—	—	—
<i>Sulcocava sulcata</i> , d'Orb.	×	—	×	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lichenopora clavula</i> , d'Orb.. . . .	×	×	×	—	—	—	—	—	—	—
— <i>Francqana</i> , d'Orb.	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>irregularis</i> , d'Orb.	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>urnula</i> , d'Orb.	×	—	—	×	—	—	—	—	—	—
<i>Semicytis fenestrata</i> , d'Orb.	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Semicea lamellosa</i> , d'Orb.	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Melicertites compressa</i> , d'Orb.	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>magnifica</i> , d'Orb.	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>ornata</i> , d'Orb.	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>punctata</i> , d'Orb.	×	—	—	—	×	—	—	—	—	—
<i>Vincularia Normaniana</i> , d'Orb.	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>regularis</i> , d'Orb.	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lepralia baculina</i> , d'Orb.	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Eschara Cleon</i> , d'Orb.	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>Eryx</i> , d'Orb.	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— <i>Lamarcki</i> , Hag.	×	×	—	—	—	—	—	—	—	—

Spiropora macropora, d'Orbigny.

La forme ordinaire et la forme *Semilaterotubigera* sont présentes. Un exemplaire est remarquable par le développement d'une nouvelle colonie sur la colonie-mère; c'est un fait tout à fait exceptionnel chez les *Spiropora* comme chez les *Entalophora*; aussi d'Orbigny n'avait pas fondé de genre correspondant avec le préfixe *Multi*. Une oécie est en voie de développement; elle a la forme habituelle en sac, sans posséder encore l'orifice caractéristique.

Heteropora costata, d'Orbigny.

Les formes *costata*, *appendiculata*, *flexuosa* et *pulchella* sont présentes.

Lichenopora clavula, d'Orbigny.

1850/52. *Domopora clavula*, d'Orbigny, Terr. Crét., V, p. 989, pl. 647, fig. 1-11.

Une seule colonie de cette espèce est présente.

Lichenopora Francqana, d'Orbigny.

1852. *Pyricavea Francqana*, d'Orbigny, *loc. cit.*, p. 975, pl. 778, fig. 3-6.

L'exemplaire qui se rapporte à cette espèce est un peu aplatie à la partie supérieure; les crêtes monosériées de zoécies laissent au centre un area non occupé par elles; la jeune colonie part d'un peu à côté et non juste du centre, comme l'a figuré F. Willy dans l'ouvrage de d'Orbigny.

Lichenopora urnula, d'Orbigny.

1889. *Lichenopora urnula*, Pergens, Rév. bryoz. d'Orb., p. 383.

La seule colonie présente se rapporte à la forme décrite par d'Orbigny comme *Bicavea dilatata*.

Vincularia regularis, d'Orbigny.

La colonie est sexangulaire, au lieu d'être à cinq séries de zoécies.

Lepralia baculina, d'Orbigny.

1851. *Flustrina baculina*, d'Orbigny, *loc. cit.*, p. 301, pl. 701, fig. 13-16 (ex. usé).

La colonie figurée par d'Orbigny est un exemplaire usé. Les matériaux de Cachemback renferment plusieurs colonies en bon état, et d'autres roulées, présentant l'aspect de celle figurée dans la paléontologie française. Les zoécies ont la forme de plaques simulant plus ou

moins la forme d'un hexagone à angles arrondis. La surface semble être lisse, quoique à la loupe on croit voir parfois une structure en *Cribrilina*; les limites zoéciales sont un peu visibles à l'extérieur. L'orifice est placé un peu en avant de la partie distale de la zoécie. Ordinairement l'on voit à gauche et à droite un petit aviculaire, le bec dirigé au dehors. Quelques zoécies ont parfois le centre seul de la zoécie brisé, et rappellent alors les *Microporella*.

Quand la colonie est fortement roulée, la paroi se brise et forme un faux area, qui rappelle les *Membranipora*; les pores proviennent des aviculaires usés, et en y comptant ceux des zoécies voisines on a l'image figurée par d'Orbigny.

ANNEXE AU PROCÈS-VERBAL

Questionnaire proposé aux géologues par la Société géologique italienne.

QUESTIONNAIRE.

1. a) Comment peut-on distinguer pratiquement une roche d'un minéral ou d'un assemblage de minéraux?

b) Quelle valeur doit-on accorder aux caractères tirés de l'étendue et de la puissance du gîte, afin de distinguer une roche proprement dite?

c) Est-ce que les matériaux clastiques et incohérents sont aussi des roches?

2. a) Comment peut-on définir l'espèce en lithologie? Sur quels caractères principaux doit-elle être fondée?

b) Est-il opportun d'apprécier l'espèce en lithologie d'après des principes différents lorsqu'on la considère au point de vue de la géologie (sur le terrain) ou à celui de la pétrographie (dans les laboratoires)?

3. a) Quels minéraux doivent être considérés comme éléments essentiels des roches?

b) Combien d'éléments essentiels peut-on admettre, au maximum, dans une espèce lithologique?

c) Est-ce que le nombre, la nature et la proportion relative des minéraux essentiels sont des éléments suffisants pour définir une espèce lithologique?

d) Ne faut-il pas tenir compte de la composition chimique approximative, tirée de l'examen minéralogique?

4. Comment peut-on distinguer et nommer la variété?
5. Pensez-vous que la distinction des espèces fondée sur l'âge géologique soit d'une application pratique?
6. Croyez-vous opportun de distinguer les espèces par un monome, ou bien par un binome dont le premier terme se rapporterait au genre?
7. Sur quels caractères faut-il fonder la nomenclature des roches clastiques (si elle sont comprises parmi les roches)?
8. a) A quelle dénomination doit-on accorder le privilège de la priorité.
b) N'est-il pas préférable de réserver ce privilège au premier nom établi à la suite d'une description pétrographique et non à celui dont la date est plus ancienne?
9. a) Quelles règles doivent étre appliquées dans la formation des noms nouveaux et dans la correction des anciens?
b) Faut-il que les noms spécifiques aient une désinence commune?

L. BUCCA, A. ISSEL, S. TRAVERSO.

Les membres qui répondraient à des questions sont également priés de faire connaître leurs réponses à la Société belge de Géologie.

N. B. — Messieurs les lithologistes, géologues et minéralogistes sont priés d'adresser leurs réponses à M. Stefano Traverso, ingénieur, à Gênes (Italie), rue Caffaro, 13.

NOUVELLES ET INFORMATIONS DIVERSES

La purification spontanée des eaux des fleuves. (*Revue scientifique*, 4^e série, t. I, n^o 15, p. 474, 14 avril 1894.)

Dans une revue critique très substantielle, des *Annales de l'Institut Pasteur*, M. Duclaux résume l'état actuel de la question de l'épuration spontanée des eaux des fleuves. Le mécanisme de cette épuration est fort complexe, comme on va le voir; mais il est intéressant d'en connaître les facteurs, au moment même où les eaux d'alimentation de Paris viennent d'être contaminées accidentellement, et sont sans doute, précisément en voie de subir cette épuration naturelle, qui est la seule sur laquelle les Parisiens puissent compter pour avoir de nouveau à leur disposition une eau de boisson à l'abri du soupçon.

Que les eaux souillées subissent une purification spontanée, c'est ce qui ne saurait étre mis en doute. La Seine n'est-elle pas un cours d'eau souvent très pur entre Rouen et la mer? et n'a-t-elle pas déjà repris à Mantes la limpidité qu'elle avait en amont de Paris?

Or cette épuration porte à la fois sur la quantité des matières organiques dissoutes et sur le nombre des germes présents dans l'eau. La totalité de la matière organique soluble qu'on trouve dans les 250.000 mètres cubes d'eau d'égout que Paris rejette chaque jour, à savoir au minimum 250.000 kilos, disparaît sous l'action des ferments — ainsi que l'a montré M. Duclaux, dans sa *Microbiologie* — dans le cours trajet entre Paris et Meulan; et ce minimum est sans doute éloigné de la réalité, car ces eaux d'égout emportent encore 500.000 kilos de matières en suspension qui se déposent en route, mais que les dragages de la Seine n'enlèvent que pour une faible partie, et dont les trois quarts au moins se trouvent gazéifiés ou dissous par le travail des ferments.

Au sujet de la diminution du nombre des germes vivants, il n'a pas été fait de travail méthodique concernant la Seine, mais on trouve des documents sur ce point dans les études de M. Prausnitz, concernant l'Isar. L'Isar est une rivière à cours rapide qui, traversant Munich, se divise en plusieurs bras, recevant à gauche et à droite plusieurs égouts, dont le dernier vient aboutir à Unterföhring. En ce point, à 7 kilomètres au-dessous de Munich, les eaux de l'Isar, qui étaient entrées en ville avec 305 germes par centimètre cube, en contiennent 12.600 environ. Puis ce nombre tombe à moins de 9.000 à Ismaning, à 13 kilomètres de Munich; à 4.800 à Erching, à 22 kilomètres, et à 2.400 à Freiving, à 33 kilomètres de Munich. Or l'Isar ne met que 8 heures à parcourir cette distance, et ce temps lui suffit pour se débarrasser des 5/6 de ses germes vivants.

Quelles sont les causes de cette purification spontanée en matières organiques et en microbes? M. Duclaux les range sous divers chefs. Il y a d'abord les actions physiques. Des rivières peuvent s'épurer: soit parce qu'elles laissent déposer, pendant leurs périodes de tranquillité relative, des matières flottantes et les microbes qu'elles tiennent en suspension, soit parce qu'elles se mélangent, sur leur parcours, à des eaux de fonds qui, filtrées au travers du sol, leur arrivent avec une grande pureté. Viennent des actions chimiques: l'influence de l'oxydation organique en présence ou en absence de lumière. Viennent enfin les actions vitales proprement dites, l'influence de la concurrence entre les microbes, avec lesquels le dernier mot appartient toujours aux espèces les plus aérobies, et par conséquent en moyenne les plus inoffensives.

Quand il se fait un précipité organique ou minéral dans une eau, sous l'influence de la formation de dépôts calcaires ou ocreux, par exemple, les microbes sont généralement entraînés avec les particules solides qui prennent naissance, par une sorte de *collage*, et leur mort est ensuite assez rapide, parce qu'ils se trouvent réunis en masse dans un volume d'eau dont ils ont vite consommé toute la matière utilisable. En ce sens encore, on voit que, comme toujours, la putréfaction est un agent de purification.

C'est qu'avant tout le travail des microbes, même des plus mal odorants, est un travail de purification; et l'on peut dire que, lorsqu'une eau contient de la matière organique, il n'y a pas de précipitation chimique ni de filtration poreuse, si parfaite qu'elle soit, qui vaille une bonne invasion de germes et une impureté passagère. En effet, l'eau filtrée ou décantée conserve la plus grande partie, sinon la totalité de sa matière organique et reste constamment exposée à recevoir et à nourrir des germes qui pourront être nocifs, tandis qu'une fois purifiée par des espèces banales, elle est devenue un milieu résistant ou impropre à toute implantation nouvelle. Quand quelques générations de ferments y ont collaboré ou s'y sont succédé, la matière organique primitive a été brûlée, a pris des formes plus

simples, l'azote albuminoïde a disparu, l'azote ammoniacal, qui l'a d'abord remplacé, disparaît à son tour sous l'influence des ferments nitreux et nitriques ; et à ce moment l'eau est devenue potable au premier chef, et peut nourrir les diatomées, les algues vertes, tous les végétaux en un mot, dont la présence fait qu'on les a longtemps considérés comme salutaires, alors qu'ils ne sont que des témoins de salubrité.

A cette influence de la concurrence vitale des microbes, il faut ajouter l'influence de la lumière solaire. Pour détruire des germes du coli-bacille, du bacille typhique, du bacille pyocyanique, semés dans l'eau, il suffit d'une exposition de trois jours à la lumière diffuse et d'une heure à la lumière solaire directe. Avec les bacilles du charbon, M. Pansini, de Naples, a obtenu les résultats suivants :

		Bacilles charbonneux.
Nombre initial		2520 colonies
Après 10 minutes		360 "
20 "		130 "
30 "		4 "
60 "		5 "
70 "		0 "

En somme, dans toutes les expériences, faites par M. Buchner, par MM. Frankland et Marshall Ward, et par d'autres auteurs encore, une heure d'insolation a toujours suffi à détruire les germes étudiés ; pourvu, bien entendu, que l'eau fût suffisamment transparente et en couche peu épaisse. Mais, même dans les conditions contraires les plus défavorables, une journée de soleil ordinaire est généralement suffisante pour amener le même résultat.

Nul doute, d'ailleurs, que cette destruction continue des germes ne s'accompagne de l'atténuation de ceux qui sont virulents. Ainsi M. Palermo avait vu que la virulence des bacilles cholériques était très atténuée déjà après 3 à 4 heures d'insolation, et que cette perte de virulence au soleil était d'autant plus rapide que la dilution était plus grande. Chose remarquable, ces microbes atténués n'en conservaient pas moins leur pouvoir immunisant. D'où l'on peut conclure que, *si des déjections cholériques envoyées dans un ruisseau s'y atténuent de cette façon, il est possible que ingérées par les consommateurs de l'eau polluée, elles deviennent protectrices aussi contre l'ingestion des bacilles cholériques virulents*. Ce fait a même été ainsi formulé et affirmé, il y a deux ans, par M. Ferran, de Barcelone, ce qui n'a pas médiocrement scandalisé nos hygiénistes (1). M. Ferran ne pourra qu'être flatté de voir la possibilité d'un tel phénomène acceptée en principe par M. Duclaux, qui remarque d'ailleurs que cette notion apporterait un trouble profond dans les idées que nous nous faisons aujourd'hui de l'indispensable pureté des eaux de boisson.

Quoi qu'il en soit, l'action de la lumière solaire, à laquelle on doit attribuer une influence hygiénique si considérable dans le monde vivant, apparaît comme étant

(1) Pour combattre une épidémie de choléra, M. Ferran proposait, entre autres moyens (la vaccination, etc.), de jeter des cultures de bacilles cholériques dans le cours d'eau servant à l'alimentation, ayant remarqué, di-sait-il, que ces eaux ne provoquaient que des atteintes atténuées, qui faisaient l'office d'une véritable vaccination (voir les Comptes rendus de la *Société de Biologie*, séance du 15 octobre 1892).

de premier ordre dans le mécanisme de l'auto-dépuration des eaux de fleuve ou de rivière. Que la lumière stérilise les liquides en y amenant la formation d'un peu d'eau oxygénée, dont le pouvoir antiseptique est bien connu, ou de tout autre façon, peu importe. Ce qu'il faut noter, c'est cette puissante et bienfaisante action de la lumière solaire.

Et maintenant, conclut M. Duclaux, on voit l'infinie complication du mécanisme qui préside à la destruction des germes dans l'économie générale du monde: actions physiques, actions chimiques, quantité et qualité des germes et de la matière organique, température, degré d'aération, actions des diaslases, des toxines, concurrences vitales, tout entre en jeu. A chaque instant, autour de nous, dans la plus petite parcelle de terre, comme dans la moindre goutte d'eau, la mort et la vie sont aux prises, chacune avec un ensemble de moyens auprès desquelles l'outillage de nos armées et de nos flottes est chose grossière. C'est par millions que meurent ou naissent en quelques heures des êtres bienveillants ou hostiles, et vis-à-vis de ces batailles invisibles, qui peuvent avoir sur notre destinée une influence plus grande que la plus éclatante de nos défaites et de nos victoires, nous sommes restés jusqu'ici ignorants ou indifférents. Il est temps que la science prenne possession de ces domaines inexplorés, riches en forces naturelles que nous avons jusqu'ici laissées agir à leur guise, et dont un peu d'ordre et de discipline centuplera facilement la puissance.

Carte agronomique du Canton de la Ferté-sous-Jouarre. — Nouveaux procédés de notations graphiques. — Note de M. GATELLIER, présentée par M. Aimé Girard. — (Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris. Séance du 21 mai 1894, p. 1167).

La connaissance de la composition du sol en éléments fertilisants, c'est-à-dire en azote, en acide phosphorique, en potasse et en chaux est indispensable pour le bon emploi des engrais complémentaires.

Le Comité des stations agronomiques, institué au Ministère de l'agriculture, a défini les relations normales qui, au point de vue de l'utilisation de ces éléments, existent entre la plante et le sol, indiqué les teneurs au delà desquelles l'augmentation par l'engrais cesse d'être nécessaire, et donné enfin une interprétation précise du rôle que doit jouer l'analyse du sol au point de vue de l'emploi des engrais, de leur convenance et de la quantité qu'il en faut employer pour obtenir une pleine récolte.

L'analyse physique du sol indiquant la prédominance de l'argile, du sable ou du calcaire est également, pour le cultivateur, d'une grande importance. On ne saurait cependant espérer que celui-ci s'astreigne à soumettre à l'analyse la terre de chacune de ses pièces; lorsque surtout le territoire est très morcelé, pareil travail cesse d'être possible.

C'est en pesant ces diverses considérations que l'idée m'est venue de l'établissement de Cartes agronomiques donnant, pour une région, les résultats de l'analyse du sol sur des points rapprochés en nombre suffisant d'après les variations de composition de la terre; de telle sorte que chacun de ces points indiquât la composition du terrain dans une zone déterminée, au delà de laquelle un autre point reproduirait, pour une autre zone, des indications analogues.

La limitation de ces zones est déterminée par la Carte géologique, qui fixe les limites de variation du sous-sol. En effet, la terre végétale dépend en grande partie de celui-ci. La plupart du temps elle est issue directement de ce sous-sol, ameu-

bli, décomposé par les influences atmosphériques et par la culture. Elle varie avec lui, elle en est le reflet; ou, si l'on veut, c'est un voile transparent qui laisse voir les propriétés des couches sous-jacentes ou géologiques. Il n'y a d'exception que pour les terrains de transport, mais ces sortes de terrains, qui sont plus susceptibles de variation dans leur composition, sont indiquées sur les Cartes géologiques, et il n'y a qu'à augmenter sur leur surface le nombre de prises d'échantillons.

La meilleure Carte agronomique doit donc être une Carte géologique détaillée à grande échelle, avec l'indication de la composition du sol en un nombre considérable de points d'essai, répartis sur les diverses couches géologiques.

Des avant 1868, M. Risler, directeur de l'Institut agronomique, a exposé cette théorie. Partageant ses idées, j'ai entrepris avec l'aide de M. Duclos, chimiste de la Société d'agriculture de Meaux, la confection de Cartes agronomiques de chacune des communes de l'arrondissement de Meaux.

J'ai commencé par les communes du Canton de la Ferté-sous-Jouarre, dont j'avais dressé moi-même la Carte géologique, en ma qualité d'ingénieur des Mines.

Les prises d'échantillon du sol, de 0^m à 0^m.25 de profondeur, ont été faites dans chaque couche géologique en plus ou moins grand nombre suivant l'importance de la couche, leur position étant notée par l'instituteur, sur un calque du plan d'ensemble cadastral, à l'échelle de 1/10,000^e. M. Duclos, après avoir exécuté l'analyse de ces échantillons, a indiqué sur la copie de cette Carte, la composition de chacun d'eux aux points mêmes où ils ont été prélevés. A cet effet, en chacun des points d'essai, nous avons tracé deux séries de bâtonnets. Chacune d'elles est orientée suivant une direction propre. Les bâtonnets qui se rapportent à la constitution physique sont parallèles au bord supérieur de la Carte; ceux qui indiquent la composition chimique sont perpendiculaires aux premiers. Dans chaque série, les bâtonnets sont d'une couleur différente, suivant qu'ils désignent tel ou tel élément fertilisant. Pour la composition chimique, leurs longueurs, rapportées à une échelle déterminée, sont proportionnelles à la richesse du sol en l'élément qu'ils représentent. Pour la chaux, dont la teneur varie de 0 à 20 pour 100, il a fallu adopter une échelle spéciale, différente de celle qui a été adoptée pour l'azote, l'acide phosphorique et la potasse, dont la proportion dans les terres ne varie, en général, qu'entre 0 et 3 pour 1000.

A l'aide de ces Cartes, chacun des cultivateurs de la commune, pouvant trouver l'emplacement de sa pièce de terre sur le plan d'ensemble cadastral, peut savoir aussitôt quelle est la composition physique et chimique de son sol, avec une approximation suffisante, en prenant l'analyse du point le plus voisin de la même couche géologique, et s'en servir pour la détermination de la composition de ses engrais.

Tous les points où des échantillons ont été prélevés sont numérotés, et un tableau indique la section et le numéro du cadastre correspondant à chacun d'eux. Des reproductions de ces Cartes agronomiques communales sont affichées à la mairie ou à l'école de chaque commune et, moyennant un prix réduit, sont mises à la disposition des cultivateurs.

La Carte agronomique de tout le canton de la Ferté-sous-Jouarre, d'une contenance de 20.963 hectares, et dont la formation géologique comprend sept couches successives du terrain tertiaire et une couche d'alluvion de la Marne qui le traverse, est naturellement composée de dix-neuf Cartes communales de ce canton,

à une échelle moitié moindre, c'est-à-dire au 1/20.000^e. Elle comprend les résultats des 331 analyses du sol.

L'examen de cette Carte d'ensemble montre immédiatement la concordance frappante qui existe entre les couches géologiques et la nature du sol. Ce sont les mêmes éléments de fertilité qui prédominent ou qui font défaut dans les mêmes couches géologiques.

Cette loi se vérifie en particulier pour la Brie, plateau d'argile à meulière, souvent recouvert de limon quaternaire, et présentant en quelques points des émergences d'îlots de sable de Fontainebleau.

Dans toute cette formation, la chaux et l'acide phosphorique manquent; aussi le marnage et l'emploi des phosphates produisent-ils des effets merveilleux.

La Société d'agriculture de Meaux poursuit la confection de ces Cartes agronomiques, qu'elle se propose d'étendre à l'arrondissement tout entier. Il lui faut encore terminer les Cartes agronomiques de 6 cantons, comprenant 135 communes.

L'ingénieur des Mines de la circonscription, M. Janet, prépare les Cartes géologiques au 1/20.000^e, nécessaires pour mener à bien cette publication qui, lorsqu'elle sera terminée, constituera une véritable œuvre d'utilité publique pour l'agriculture de cette région.

BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie générale des gisements de phosphates de chaux,

par X. STAINIER.

L'auteur publie dans le dernier tome des *Annales de la Société géologique de Belgique* (Liège) une Bibliographie générale des gisements connus de phosphate de chaux. Ce travail comprend 606 travaux, répartis dans d'innombrables publications de tout genre. Les publications énumérées sont réparties en groupes d'après la classification suivante : Descriptions générales, Allemagne, Algérie et Tunisie, Angleterre, Antilles, Argentine (République), Autriche, Belgique, Canada, Espagne, États-Unis, France, Îles du Pacifique, Inde, Italie, Palestine, Pérou, Portugal, Russie, Scandinavie. Dans chacun de ces chapitres les ouvrages sont disposés par ordre alphabétique des noms d'auteurs. Nous extrayons de cette liste ce qui est relatif à la Belgique :

BELGIQUE

- BRIART et CORNET. Notice sur le gisement de phosphate du Hainaut. (Bull. Acad. R. Belg. (2^e sér.), t. XXXVII, 1874.)
 BRIART et CORNET. Existence du tufeau de Maestricht dans l'Entre-Sambre-et-Meuse. (Bull. Acad. R. Belg. (2^e sér.), t. XXII, 1866.)
 BRIART et CORNET. La craie brune phosphatée de Ciply. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. V, 1878.)
 BLAS. Analyse des nouveaux phosphates riches du bois d'Havré. (Bull. Acad. R. Belg. (3^e sér.), t. VIII, 1884.)

- CORNET. Époque de l'enrichissement des phosphates de Ciply. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. XIII.)
- CORNET. Compte rendu de l'excursion de la Société géologique de France à Ciply. (Bull. Soc. Géol. France (3^e sér.), t. II, 1874.)
- CORNET. On the upper cretaceous and phosphate beds of Mons. (Quart. Journ. Geol. Soc., t. XLIII, 1886.)
- CORNET. Phosphates de la craie de Maisières. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. XIII.)
- CORNET. Idem. (Le mouvement industriel. t. V, 1886, p. 58.)
- DELVAUX. Découverte de nodules phosphatés dans divers étages tertiaires. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. XII, bull., p. 156.)
- DELVAUX. Découverte de gisements de phosphate appartenant à l'étage ypresien. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. XI, 1883-84.)
- DENYS. Nodules phosphatés de la craie d'Obourg. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. XIII.)
- DENYS. Phosphates du bassin de Mons. (Mém. de l'Union des ingénieurs sortis de Louvain, 1885.)
- DETHIER. Phosphorites de Baelen. (Rapports sur l'Exposition univ. de Paris, 1867, t. III.)
- DEWALQUE, G. Nodules phosphatés diestiens et quaternaires d'Anvers. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. XII, p. 81 et 94.)
- DEWALQUE G., Nodules phosphatés de la marne de Grandcourt. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. VII, 1879-80, Bull., p. CXXI.)
- DEWALQUE, G. Note sur le gisement de la chaux phosphatée en Belgique. (Bull. Acad. R. Belg. (2^e sér.), t. XVIII, 1864, p. 8.)
- D'OMALIUS D'HALLOY. Sur des échantillons de phosphate de chaux. (Bull. Acad. R. Belg. (2^e sér.), t. XVIII, 1864, p. 5.)
- FIRKET, Ad. Fossiles des gites de phosphorite de Hesbaye. (Ann. Soc. Géol. Belg. t. XVII, Bull., p. 44.)
- GILLET, C. De la formation des dépôts de phosphate de chaux de Liège. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. XIX, 1892.)
- GOSSELET. Aperçus sur le gîte de phosphate de chaux de Hesbaye. (Ann. Soc. Géol. Nord, t. XIX, 1890-91, p. 43.)
- JEANNEL. Phosphates du Lias de Belgique. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. VII, 1880.)
- JORISSEN, A. Sur la présence de l'iode dans la phosphorite de Ramelot. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. VI, Bull. p. 156.)
- LAMBERT. Gisement de phosphate de chaux sous la ville de Louvain. (Bull. Acad. R. Belg., (2^e sér.), t. XXIX, 1870.)
- LASNE. Sur la composition des phosphates de Mons. (Ann. Soc. Géol. Nord, t. XVII, 1890, p. 141.)
- LOHEST. Le conglomérat à silex et les gisements de phosphate de Hesbaye. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. XII, 1884-85, Mém. p. 41.)
- LOHEST. Découverte de gisements de phosphate de calcium en Hesbaye. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. XI, p. 125, Bull.)
- LOHEST. Sur la position géologique des couches qui ont formé le phosphate de Hesbaye. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. XVII, 1889-90, p. 19, Bull.)
- LOHEST. Sur une variété de phosphate de chaux d'Alleur. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. XII, Bull. p. 74.)
- LOHEST. Des gisements de phosphate de Hesbaye. Étendue de la zone où l'on peut les rencontrer. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. XVII, 1889-90, p. 137.)
- LOHEST. Analogie de formation d'une variété de phosphate de chaux de la

- Hesbaye et des phosphorites de Curaçao et de Floride. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. XIX, 1892.)
- MELSENS. Importance du gisement de phosphate de Ciply. (Bull. Acad. R. Belg., (2^e sér.), t. XXXVIII, 1874.)
- MALAISE. Phosphorite de Ramelot. (La Belgique agricole. Bruxelles.)
- NIVOIT. Les phosphates de Ciply. (Comptes rendus, Acad. Sc. Paris, t. LXXIX, 1874.)
- NIVOIT. Les phosphates du Hainaut et du Nord de la France. (Assoc. franç. pour l'avancement des sciences, 4^e session, 1875.)
- ORTLIEB. Sur la ciptyte. (Ann. Soc. Géol. Nord, t. XVI, 1888-89, p. 270.)
- ORTLIEB. A propos de la Ciptyte. (Ann. Soc. Géol. Nord, t. XVII, 1890, p. 155.)
- PELLET. Les phosphates en Belgique. (Bull. du cercle des naturalistes Hutois, 1890, p. 51.)
- PETERMANN. Analyse de phosphates du Lias belge. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. VII, 1880.)
- PETERMANN. Les phosphates de Ciply (3 notes) (Bull. Acad. R. Belg., 1875, 1878 et 1881.)
- PETERMANN. Le phosphate de chaux en Belgique. (Bull. de la station agricole de Gembloux, 1874, n^o 9 et 1884, n^o 31.)
- RUTOT et VAN DEN BROECK. Sur le tufeau de Ciply et le Crétacé sup. du Hainaut. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. XII et XIII.)
- SCHMITZ. Le phosphate de chaux de Hesbaye. (Ann. Soc. Géol. Belg., t. XVII, 1889-90, Mém. p. 185.)
- STAINIER. Les dépôts phosphatés des environs de Thuillies. (Ann. Soc. Géol. Belg., 1890, Bull.)
- Note sur le gisement de phosphate du Hainaut. (Moniteur industriel belge, 1874-75.)
- Note sur l'importance du gisement de Ciply. (Ibidem.)
- Phosphorite de Verviers. (Comptes rendus, Acad. Sc. Paris, 1872, t. LXXIII.)
-

SÉANCE MENSUELLE DU 26 JUIN 1894

Présidence de M. G. Jottrand, Président.

Le Secrétaire donne lecture de la correspondance.

Dons et envois reçus. (*Abstraction faite des Périodiques ordinaires.*)

1° De la part des auteurs :

1845 **Burtin (F. X.)**. *Oryctographie de Bruxelles*. 1 vol. in-fol. relié. Bruxelles, 1874. — Don de M. le Prof. J. Prestwich.

1846 **Bertrand (C. Eg.) et Renault (B.)**. *REINSCHIA AUSTRALIS et premières remarques sur le Kerosene Shale de la Nouvelle Galles du Sud*. Extr. in-8°, 105 pages, 4 pl. Autun, 1894.

1847 **Bittner (A.)**. *Zur neueren Literatur der alpinen Trias*. Extr. in-8°, 148 pages. Wien, 1894.

1848 **Bleicher**. *Le minéral de fer de Meurthe-et-Moselle*. Extr. in-8°, 22 pages, 4 pl. Nancy, 1894.

Favre (E.) et Schardt (H.). *Revue géologique suisse pour l'année 1893*. XXIV. Extr. in-8°, 75 pages. Genève, 1894.

1286 **Koenen (A. von)**. *Das Norddeutsche Unter-Oligacän und seine Mollusken-Fauna*. Lieferung VI. Extr. in-8°, 144 pages, 13 pl. Berlin, 1894.

2° Tirés à part des publications de la Société :

1849 **Lechien (A.)**. *Sur la découverte d'un Ichthyosaure de grande taille à Arlon*. 2 exemplaires.

1850 — *Procès-verbal de la séance de Géologie appliquée du 23 janvier 1894*. 2 exemplaires.

1851 **Putzeys (E.)**. *Les sources des vallées de l'Ourthe, du Hoyoux et du Bocq*. 1 exemplaire.

1852 **Sacco (F.)**. *Sur quelques Tinoporinæ du Miocène de Turin*. 1 exemplaire.

1853 **Stainier (X.)**. *Découverte de la faune de l'assise d'Etrœungt à Mont-sur-Marchiennes*. 2 exemplaires.

1854 **Id.** *Un Spiraxis nouveau du Devonien belge*. 1 exempl.

3° Périodiques nouveaux :

— *Compte rendu du Congrès géologique international, Session de Washington, 1891*. vol. in-8°.

Élection de nouveaux membres.

Est élu membre effectif, par le vote unanime de l'Assemblée, M. J. LAFITTE, Ingénieur, Maître de carrières, à Fourmies.

Communications des membres.

1^o M. L. DOLLO fait une communication dont il a envoyé le résumé suivant :

L. DOLLO. — **Encore la discontinuité de l'évolution.**

L'auteur appelle l'attention de la Société sur les récents travaux de M. de Vries, professeur de botanique à l'Université d'Amsterdam, travaux concluant à la discontinuité de l'évolution (H. DE VRIES, *Ueber halbe Galton-Curven als Zeichen discontinuierlicher Variation*. BER. D. DEUTSCH. BOTAN. GESELLS, 1894. « Der artenbildende Process muss somitt im Grunde discontinuierlich sein, und die neueren Untersuchungen, namentlich diejenigen DOLLO's, deuten entschieden auf die Richtigkeit dieser Folgerung hin. »)

2^o M. Éd. Dupont fait une courte communication sur l'état peu avancé des travaux de découverte à la Perte de l'Eau-Noire, près Couvin.

3^o M. A. Stainier fait une communication sur la **Composition de la partie inférieure du Houiller de la Basse-Sambre**. L'insertion du travail, accompagnée d'une planche, est ordonnée aux *Mémoires* par l'Assemblée.

4^o M. A. Rutot présente pour les *Mémoires* un travail avec planche, dont il fournit pour les procès-verbaux le résumé ci-dessous :

A. RUTOT. — **Deuxième note sur la géologie du littoral belge.**

M. Rutot résume sa précédente communication sur la géologie du littoral belge et rappelle qu'il classait les dépôts modernes et quaternaires de la côte comme suit : le sable de la plage et celui des dunes non compris :

- Argile des Polders (nappe générale).
- Argile verdâtre (locale).
- Sable fin argileux, gris foncé, coquillier.
- Tourbe (absente ou plus ou moins développée).
- Sable grossier (quaternaire, Flandrien facies marin).

A la suite de ses nouvelles études, portant surtout sur la région comprise entre Ostende, Bruges et Blankenberghe, M. Rutot a été mis

à même de dresser et de préciser l'échelle stratigraphique des dépôts de la côte, telle qu'elle est donnée ci-après.

Argile des Polders supérieure (localisée).

Sables à Cardiums.

Argile des Polders inférieure (largement représentée).

Alternances de sable et d'argile.

Tourbe.

Sable gris fin, argileux (localisé).

Sable grossier (quaternaire).

Le travail *in extenso* paraîtra aux *Mémoires*, avec une coupe schématique de la disposition des dépôts de la côte.

5^o M. V. Dormal dépose le compte rendu détaillé de l'excursion de la Société à Arlon et Virton. L'Assemblée en décide l'impression aux *Mémoires*.

BIBLIOGRAPHIE

P. GUICHARD. — **L'eau dans l'industrie ; purification, filtration, stérilisation.** — **Encyclopédie de chimie industrielle de Baillièrè, à Paris, 1894.**

Il se publie actuellement de nombreux travaux sur les multiples aspects de la question des eaux. Les revues d'hygiène, les journaux industriels sont encombrés. Toutes ces contributions sont loin d'avoir la même valeur, mais la plupart apportent cependant un renseignement utile.

A un moment donné, il devient indispensable de réunir tous ces documents épars pour les classer dans un ordre logique et faire ressortir ce qu'il y a de plus important. Cela est d'autant plus nécessaire que l'industriel, qui a le plus grand intérêt à connaître les perfectionnements nouveaux, n'a d'ordinaire pas le temps de lire les revues scientifiques, souvent difficilement accessibles.

La première condition pour réussir dans ce travail de compilation est évidemment une connaissance très étendue de la littérature scientifique spéciale, au moins dans trois langues ; le français, l'anglais, l'allemand. Cela est surtout vrai pour la question de l'eau ; l'esprit pratique des Anglais en avait depuis longtemps saisi toute l'importance, tant au point de vue de l'hygiène qu'au point de vue industriel, et il y a cinquante ans que leurs ingénieurs ont donné l'exemple ; il suffit de citer le filtrage au sable appliqué en grand pour l'alimentation des villes au moyen d'eau de rivière, par Simpson en 1839, le

procédé de Clarke pour adoucir les eaux calcaires en 1841, les nombreux modèles de filtres domestiques, — sans parler des appareils sanitaires où l'eau joue le rôle principal.

Mais si la pratique avait marché rapidement, la théorie avait été presque entièrement négligée. Les Anglais sont allés aussi loin que le permettait l'empirisme qui caractérise leurs ingénieurs. Les progrès récents résultent tous de l'application, à ces questions d'eau, de l'esprit scientifique et méthodique des Allemands. Reprenant la notion des microbes, résultat des travaux de Pasteur, ils ont donné des règles pour le filtrage au sable (Pietke, Koch) et expliqué ce qui se passait.

Il faut bien le reconnaître, puisque c'est la vérité : la France n'a que très peu participé à ce mouvement en avant. Sans méconnaître les brillantes qualités de ce peuple, on doit constater qu'il a une tendance à transformer en dogmes les principes scientifiques et à les soustraire ainsi aux modifications que nécessitent les progrès de la science. Ajoutez à cela la centralisation de tout le mouvement intellectuel à Paris, l'influence des personnalités dominantes érigées par le public en pontifes et l'on aura l'explication de ce moment d'arrêt qui s'est manifesté depuis un certain nombre d'années dans ce grand pays.

L'ouvrage de M. Guichard est exclusivement français. Les publications anglaises et allemandes ne semblent pas avoir été consultées par l'auteur; les rares renseignements de source étrangère paraissent venir de seconde main; il en est qui sont des résumés de résumés, devenus incompréhensibles. La *Zeitschrift für Hygiene*, le *Centralblatt für Bakteriologie*, les travaux de Tiemann et Gaertner, Piefke, Koch, ne sont pas même cités. Le document le plus important paru en 1893 est le rapport de la fameuse commission royale anglaise, qui a accumulé tant de matériaux, de si précieux renseignements sur les eaux de Londres; il n'en est pas dit un mot et un jugement sommaire rejette le mode d'alimentation qui a assuré pendant cinquante ans un des meilleurs états sanitaires à une population de plusieurs millions d'habitants. Les travaux du State Board of Health de Massachusetts sont rapidement devenus classiques; l'auteur les résume en une demi-page. La seule citation étrangère directe, mentionnée en note au bas de la page, est, à la page 271, le *Dingler's Polytechnisches Journal*, pour une recette pour la désincrustation des chaudières.

Les inconvénients de cet esprit d'exclusivisme se manifestent surtout dans la partie consacrée aux analyses chimiques. Le dosage des matières organiques par pesée est simplement la calcination du résidu solide (page 16) sans qu'aucun avertissement soit donné de l'influence perturbatrice des chlorures volatils, de l'eau de cristallisation. Pour

l'oxygène, le procédé si difficile et si incertain de Schutzenberger et Risler est recommandé, alors qu'il y en a d'autres plus pratiques. Par contre, le chapitre sur l'hydrotimétrie est intéressant et révèle une étude personnelle de ce procédé, trop vanté au début, trop délaissé depuis, mais qui peut rendre de réels services.

Il est même des travaux en langue française qui auraient certainement mérité une citation et qui ne sont pas mentionnés. Ainsi pour la couleur des eaux (page 87), il y aurait eu avantage à donner les travaux de Spring, le professeur de chimie de l'Université de Liège. L'auteur se borne à résumer un mémoire de 1876, dont les conclusions en beaucoup de points sont peut-être à reviser. Cet exemple démontre que le choix des mémoires n'est pas toujours heureux et que la deuxième condition pour réussir dans une œuvre de compilation, le tact critique, ne s'est pas constamment exercé avec suffisamment de sévérité.

A côté de questions importantes qui sont à peine esquissées, alors que des détails un peu plus circonstanciés n'auraient pas été inutiles, on trouve dans ce livre des choses qui n'ont que des rapports éloignés avec le sujet. On ne voit pas très bien, en effet, la nécessité de donner, comme exemple de la conservation des matières organiques par le froid, l'histoire détaillée des mammouth d'après Xavier de Maistre (une page et demie) ou un extrait d'une conférence de M. Raoul Pictet sur l'action physiologique des grands froids (douze pages!).

En plusieurs endroits, le travail de compilation semble avoir été fait par une personne incompétente et n'avoir pas été revu avec assez de soin par l'auteur. Il n'est, en effet, pas possible d'admettre que quelqu'un qui écrit sur la question des eaux, puisse ignorer la distinction entre des milieux de culture aussi différents que la gélatine et la gélose (Agar) et dire en général que les microbes pathogènes se distinguent par leur résistance aux milieux phéniqués. Cela est vrai pour le typhus, mais le choléra est au contraire des plus sensibles aux moindres traces d'acide. Il est vrai qu'il n'est pas dit un mot sur la recherche de ce bacille dans l'eau!

La connaissance insuffisante de la littérature scientifique, surtout des littératures autres que la française, — une rédaction hâtive et qui a en beaucoup de points dû trahir les connaissances réelles de l'auteur, — un manque d'équilibre entre les diverses parties de l'ouvrage, voilà autant de vices fondamentaux de ce livre. Cela est d'autant plus regrettable que la conception générale du plan mérite tous les éloges. Dans sa préface, l'auteur dit qu'il a voulu faire un livre dans lequel les procédés industriels seraient décrits, non seulement au

point de vue purement et étroitement technique, mais mis en rapport avec les principes scientifiques dont ils ne sont que la réalisation pratique. C'est là une idée excellente, car rien n'est plus désastreux que l'esprit d'empirisme chez l'industriel; les renseignements purement scientifiques sur les substances chimiques renfermées dans les eaux naturelles, les fermentations, etc., rappellent à l'homme fait les cours élémentaires qu'il a suivis étant adolescent. Mais ici encore, il y avait mieux à faire; généralement, il y a simple juxtaposition de la théorie et de la pratique et pas toujours pénétration réciproque et explication de la seconde par la première.

L'utilité d'un livre de ce genre, dans le cadre restreint où l'auteur était confiné et qui était imposé par le format de la collection dont l'ouvrage fait partie, n'était pas absolument évidente. Au point de vue de la chimie hydrologique, le livre de M. Guichard ne remplacera certes pas l'opuscule du professeur Blas, de Louvain, sans parler du grand traité de Tiemann et Gaertner en allemand et des traités anglais. L'ouvrage de Bechmann, sur les eaux dans les villes, est dans toutes les mains et résume très bien, avec toutes ses qualités et tous ses défauts, l'esprit français. Enfin, au point de vue industriel, c'est-à-dire à peu près le même où se place notre auteur, l'ouvrage récent de Delhotel et Moride est beaucoup plus complet, plus exactement renseigné, tout en restant également assez exclusif. Mais on comprend que les éditeurs d'une collection tiennent à compléter leur catalogue, surtout pour les questions qui sont à l'ordre du jour. L'auteur a-t-il cédé à des sollicitations pressantes pour écrire rapidement un volume sur une question dont les aspects multiples auraient exigé pour lui une longue initiation préalable, un labeur considérable pour se remettre au courant et le temps de bien assimiler les matériaux rapidement rassemblés? Le fait est que l'impression d'ensemble, après lecture, est celle d'un dîner improvisé, à la fortune du pot, avec addition de quelques plats de conserves et hors-d'œuvre pour corser le menu.

Mais rien n'est inutile dans ce bas-monde et l'ouvrage de M. Guichard pourra rendre de grands services, par la seule énumération des nombreuses questions techniques et scientifiques que peut évoquer ce simple vocable : l'eau, — mais à la simple condition qu'on ne cherche dans son ouvrage que l'énumération très complète des questions et non leur discussion approfondie et leur solution.

SÉANCE MENSUELLE DU 31 JUILLET 1894.

Présidence de M. Jottrand, Président.

Correspondance.

MM. *E. Van den Broeck*, *X. Stainier* et *Moulan* s'excusent de ne pouvoir assister à la séance.

M. *E. Cuvelier* fait hommage à la bibliothèque de la Société de son « Précis du cours de géologie de l'École d'application ».

M. le *Président*, au nom de la Société, félicite et remercie vivement M. Cuvelier au sujet de l'intéressant travail qu'il vient de terminer. (*Applaudissements.*)

M. *Moulan* annonce que, partant pour la Roumanie, il compte assister, en passant, au Congrès d'Hygiène qui doit se tenir à Buda-Pesth du 1^{er} au 9 septembre prochain, et dans lequel il sera question d'hydrologie. M. Moulan demande en même temps d'être nommé délégué de la Société auprès du Congrès.

Cette délégation est accordée à l'unanimité.

M. *Pergens* annonce l'envoi de plusieurs travaux sur les Bryozoaires, réclamant quatre nouvelles planches pour figuration d'espèces nouvelles. M. Pergens s'offre à prendre à sa charge le dessin de l'une des planches et demande que la Société lui accorde les autres. (*Adopté.*)

M. *Lafitte*, Ingénieur à Fourmies, remercie pour sa nomination de membre effectif de la Société.

Dons et envois reçus. (*Abstraction faite des Périodiques ordinaires.*)

1^o De la part des auteurs :

1855 **Bertrand (M.)**. *Études dans les Alpes françaises*. Extr. in-8°, 94 pages, 4 planches. Paris, 1894.

1856 **Cayeux (L.)**. *Les preuves de l'existence d'organismes dans le terrain précambrien. Première note sur les Radiolaires précambriens*. Extr. in-8°, 31 pages, 1 pl. Paris, 1894.

1857 *Comptes-rendus des séances de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale réunie à Genève du 12 au 18 septembre 1893*. 1 vol. in-4°, 194 pages, 21 pl. Berlin, 1894.

- 1858 **Cuvelier (E.)**. *Précis du cours de Géologie de l'Ecole d'application, texte et planches*. 1 vol. in-8° et 1 vol. in-plano, Gand, 1894.
- 1859 **Issel (A.)** et **Agamennone (G.)**. *Intorno al fenomeni sismici osservati nell' Isola di Fante durante il 1893*. Extr. in-fol. 202 pages, 1 pl., Roma, 1894.
- 1860 **Jones Rupert**. *On the Rhætic and some Liassic Ostracoda of Britain*. Extr. in-8°, 15 pages, 1 pl. London, 1894.
- 1861 **Lotti (B.)**. *Sulle apofisi della massa granitica del monte Capanne nelle rocce sedimentarie eoceniche presso Fetovria nell' isola d'Elba*. Extr. in-8°, 21 pages, 1 pl. Roma, 1894.
- 1862 **Sandberger (F. v.)**. *Zinckenit von Cinque valle im Val Sugana (Südtirol)*. Extr. in-8°, 1 page. Würzburg, 1893.
- 1863 — *Ueber krystallisirte Hüttenproducte*. Extr. in-8°, 2 pages, Würzburg, 1893.
- 1864 — *Zanclodon im obersten Keuper Unterfrankens*. Extr. in-8°, 2 pages. Würzburg, 1894.
- 1865 — *Ueber die Gerölle des Buntsandsteins, besonders jenes des nördlichen Schwarzwaldes und deren Herkunft*. Extr. in-8°, 5 pages; Würzburg, 1894.
- 1866 — *Ueber Dolerit von Djedda bei Mekka*. Extr. in-8°, 1 page, Würzburg, 1894.
- 1867 — *Ueber die Erzlagerstätte von Goldkronach bei Berneck, im Fichtelgebirge*. Extr. in-8°, 18 pages. München, 1894.

2° Extraits des publications de la Société.

- 1868 **Andreas Meyer (F.)**. *Les travaux d'eau de la ville hanséatique libre de Hambourg en général, et les installations de filtrage, exécutées de 1891 à 1893 en particulier*. (Bibliographie) 3 ex.
- 1869 **Prestwich**. *Sur les preuves d'une submersion de l'Europe occidentale et des côtes de la Méditerranée à la fin de la période glaciaire et ayant précédé immédiatement la période néolithique ou récente*. (Bibliographie) 2 ex.
- 1870 *Procès-Verbal de la Séance de Géologie appliquée du 6 mars 1894*. 2 ex.
- 1871 **Rutot (A.)**. *Aperçu sur la Géologie de la Côte belge*. 2 ex.
- 1872 **Walín**. *Étude sur le régime hydrologique, sur l'importance et la nature des eaux dans les terrains calcaires du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse*. (2 ex.)

Élection de nouveaux membres.

Est élu membre effectif, par le vote unanime de l'Assemblée :

M. Henri SQUILBIN, 8 Avenue des Arts, à Anvers.

Communications des membres.

1^o L. DOLLO. — **Les Céphalopodes fossiles.**

Pour satisfaire au désir exprimé par M. le Président, l'auteur résume l'état actuel de nos connaissances sur les Céphalopodes fossiles.

2^o M. A RUTOT. — **Observations le long du littoral belge.**

M. Rutot signale quelques observations nouvelles qu'il a faites au cours des études qu'il continue le long du littoral belge. Il montre la progression toujours plus grande du nombre des grès paniseliens sur la plage, à mesure qu'on s'approche des bouches de l'Escaut, puis leur disparition un peu avant d'arriver à l'embouchure du Zwyn. Il donne quelques détails sur l'état actuel de l'embouchure du Zwyn, depuis sa fermeture artificielle, au moyen d'une digue, en 1878 ; enfin il fait part de ses observations au sujet de l'abondance de la nappe aquifère des dunes, de son déversement dans la mer à marée basse et de l'influence de ce déversement sur les annélides peuplant l'estran.

Enfin il signale la régularité et la continuité du lit à *Scrobicularia compressa* de la base de l'argile des Polders inférieure.

Ces observations figureront dans le travail que M. Rutot prépare sur la géologie du littoral.

3^o M. STORMS. — **Troisième note sur les poissons du terrain Rupélien.**

En l'absence de M. Storms, M. Dollo présente un résumé de sa communication, dont l'impression est votée aux *Mémoires*.

4^o M. ED. PERGENS. — **Bryozoaires des Marnes de Buda.**

Le Secrétaire annonce la présentation du travail de M. Pergens, signalé dans la correspondance. L'Assemblée vote l'impression du travail et des planches qui l'accompagnent.

BIBLIOGRAPHIE

Micro-organisms in Water by Percy Frankland and Mrs Percy Frankland. — London, Longmans, Green et C^o, 1894.

Les auteurs de ce livre sont mari et femme et leurs deux noms figurent *ex æquo* à la première page. Pour des ouvrages de science appliquée, nécessitant la pratique constante du laboratoire, le fait ne se produit jamais dans les pays de langue latine ; l'épouse s'élève tout

au plus au rang de secrétaire anonyme du savant son mari. En Angleterre, au contraire, le cas, sans être très fréquent, n'est pas si absolument une exception. Il y a bien certainement là une manifestation typique de la différence des races.

Le nom de Frankland est connu depuis longtemps dans la science hydrologique. Le père du bactériologiste jouit, dans sa verte vieillesse, de la légitime considération que lui ont valu des travaux de premier ordre sur la chimie de l'eau. Membre de la fameuse « Royal Commission » d'il y a vingt-cinq ans pour la pollution des rivières, il a créé un procédé pour le dosage des matières organiques par la combustion en tube du résidu solide et le dosage du carbone et de l'azote : une des premières tentatives pour faire la distinction si importante au point de vue hygiénique de l'origine animale ou végétale des matières organiques. Le fait qu'il a lancé son fils dans la bactériologie, si peu cultivée en Angleterre, prouve qu'il a une conception nette des besoins actuels tels qu'ils résultent du progrès de la science.

L'ouvrage de M. Guichard, dont il a été rendu compte précédemment et le livre de Frankland sont arrivés par le même courrier et j'ai lu le même jour les deux préfaces. Le hasard a de ces rapprochements. La préface française promettait plus que ne tenait le livre et les époux Frankland tiennent plus qu'ils ne promettent.

Il y a une trentaine d'années, la confection d'un traité complet et « exhaustif » pour employer un néologisme utile, demandait un labeur presque surhumain et des conditions favorables, difficiles à réaliser. Il fallait avoir une bibliothèque coûteuse, le temps de lire de nombreuses revues, pour en extraire les articles concernant la question spéciale. Il faut bien reconnaître que la tâche a été considérablement allégée par les *Centralblætter*, où sont renseignés tous les travaux de quelque importance et dont les tables systématiques, classées par ordre de matières, donnent pour la plupart des sujets la bibliographie toute faite. Tel est surtout le cas pour le *Centralblatt für Bakteriologie*, fait avec beaucoup de soin et de méthode et qui constitue, avec la *Zeitschrift für Hygiene*, une mine où nos auteurs ont largement puisé. Mais cette facilité même peut devenir parfois un inconvénient, les auteurs ne se donnant plus la tâche de fureter, de réunir par échange ou par des relations personnelles les brochures et mémoires d'autres savants. Des choses utiles peuvent ainsi passer inaperçues ; nous croyons pouvoir signaler à M. Frankland le procédé de coloration des appendices ciliaires, du laboratoire de bactériologie de l'Université de Gand ; c'est une application, aux microbes, d'une modification du procédé à l'argent de Golgi, qui a donné de si splendides résultats en

neurologie. La coloration des cils par la méthode de Loeffler est une opération des plus délicates et assez chanceuse; la méthode du professeur van Ermengem est incomparablement plus pratique et plus sûre. Décrite dans les publications particulières du laboratoire de Gand, elle n'a pas attiré l'attention autant qu'elle le méritait; la publicité a été trop restreinte et l'on ne peut raisonnablement faire un reproche aux auteurs anglais de ne pas l'avoir connue. Pour la prochaine édition, qui ne peut tarder, il y aurait lieu à notre avis d'insister sur le procédé van Ermengem.

M. et M^{me} Frankland ont fait plus qu'une simple compilation. Le livre décèle partout, à chaque page, le travail personnel, l'expérience acquise dans le laboratoire; on voit que les méthodes décrites ne sont pas simplement un résumé du mémoire original, mais qu'elles ont été essayées. Certains détails, infimes en apparence, sont en réalité de la plus haute portée pratique. Nous citerons comme exemple le fait de la préparation de la gélatine ordinaire, qui, lorsqu'elle a été très exactement neutralisée, a une tendance à reprendre une certaine acidité, sous l'influence de la lumière, paraît-il. Or, il nous est arrivé personnellement de faire avec de la gélatine assez vieille, des cultures de choléra nostras, qui se sont développées comme du choléra asiatique typique, auquel on se serait certainement trompé, si des cultures de contrôle avec du vrai choléra asiatique dans la même gélatine n'avaient donné des résultats aberrants et attiré ainsi l'attention. Une erreur de détermination de ce genre pourrait avoir des effets déplorables, en faisant décréter des mesures de quarantaine, etc.

Le premier chapitre traite de la stérilisation et de la préparation des milieux de culture, le second, de la coloration et de l'examen microscopique des organismes. Il débute par quelques renseignements généraux sur l'action des divers colorants, d'après leur composition chimique. C'est là à notre avis une chose si utile, que nous recommanderions pour une nouvelle édition un peu plus de détails encore, en vue surtout de ceux qui, la plupart du temps, sont amenés à s'occuper de la bactériologie, c'est-à-dire les médecins. La chimie n'est pas toujours leur fort et surtout la chimie si compliquée des couleurs d'aniline; aussi n'est-il pas rare de voir essayer des réactifs qui sont contre-indiqués par leur composition; pour beaucoup de bactériologistes, le choix des couleurs est purement empirique et, pour comprendre combien cela est regrettable, il suffit de rappeler avec M. Frankland, que les couleurs sont des *réactifs*.

L'examen de l'eau pour les micro-organismes forme le sujet du troisième chapitre. Nous trouvons décrits ici la méthode ordinaire de

Koch, les plaques de Petri, les tubes roulés d'Esmarch, — la méthode de Miquel, que les auteurs déconseillent avec raison au point de vue général, tout en reconnaissant qu'elle peut rendre des services à l'occasion, — un paragraphe intéressant sur l'examen des eaux au point de vue spécial de la brasserie. On voit, par cette énumération, le caractère pratique du livre.

Après les méthodes, les résultats. Nous avons, dans le chapitre IV, de nombreuses analyses de diverses eaux : neige, glace, grêle, pluie, rivières, lacs, puits, sources, océans. La difficulté était ici, non de réunir des renseignements, mais d'en écarter. Les exemples sont choisis de façon que chacun d'eux enseigne en outre un fait nouveau. Ainsi les moyennes mensuelles pour la Tamise, la Lea (toutes deux près de Londres), la Seine, la Marne et l'Ourcq (Miquel) font ressortir l'augmentation du nombre de microbes en *hiver*. L'influence de la sédimentation est nettement indiquée par les analyses au lac de Havel, près de Berlin, et du lac de Zurich. Et ainsi de suite pour plusieurs autres questions, comme la pollution des rivières par leur traversée des villes, leur autopurification, l'effet de la stagnation de l'eau dans les puits, etc. Les auteurs atteignent en réalité un triple but : d'abord, ils donnent des chiffres, ils arrivent à quelques principes généraux découlant des faits et ils décrivent sommairement un certain nombre de villes au point de vue de leurs installations d'eau. A la fin de ce chapitre, un résumé aphoristique était tout indiqué : il brille par son absence.

La purification des eaux pour l'alimentation est le titre d'un chapitre de 100 pages. Il est de loin le plus important au point de vue pratique. Les 700.000 mètres cubes consommés chaque jour à Londres, et dont plus des neuf dixièmes sont filtrés au sable, constituent un admirable matériel d'études, que M. Frankland a utilisé avec talent. Comme dans le chapitre précédent, les exemples ne sont pas choisis au hasard, mais avec art, chacun d'eux présentant la question du filtrage au sable sous un aspect particulier. — Chez les ANGLAIS, on voit ce que peut la pratique empirique, l'intelligence de cette race de *foremen* (contre-maitres) qui n'a pas son pareil dans le monde entier ; c'est le mécanicien qui est le chef et qui se préoccupe assez peu des microbes ; cependant les résultats sont hautement satisfaisants. — BERLIN est le contre-pied de Londres, et les usines des travaux d'eaux sont moins des installations industrielles, que des succursales du laboratoire d'hygiène. — ZURICH est cité comme exemple du filtrage d'une eau déjà remarquablement pure ; à ce propos, il est assez étonnant de ne pas voir mentionné l'accident

arrivé en mars 1884 où, en six semaines, 2 p. c. de la population ont été atteints par la fièvre typhoïde; le rapport bactériologique de Cramer est un des premiers travaux en date de ce genre. — Enfin KOENIGSBERG est donné comme exemple d'installation défectueuse.

Les remarquables expériences de l'état de Massachusetts reçoivent ici l'attention qu'elles méritent. Les travaux de Fraenkel (et non de Fraenkl, comme il est dit à la page 154 du livre) et Piefke sont également bien résumés; on sait qu'ils ont travaillé en grand avec du choléra et de la fièvre typhoïde; nous avons vu en 1889 ces installations au Stralauer Thor à Berlin et les précautions minutieuses indispensables pour éviter des accidents qui pourraient devenir des désastres : des milliers de kilos de chaux, répandus partout, assuraient la stérilisation; il serait bon de mentionner, ne fût-ce que par un mot, les difficultés de pareilles expériences pour éviter des imitations trop enthousiastes.

Le système d'épandage des eaux d'égout est étudié d'après les travaux de Miquel pour les champs d'irrigation de Gennevilliers; mais on sait que la méthode spéciale de Miquel ne permet pas de comparer ses chiffres avec les résultats des autres; c'est une remarque qu'il eut été bon de répéter.

Les filtres domestiques sont rapidement écartés; les auteurs ont eu raison de ne pas perdre leur temps à démontrer une vérité si bien connue; seuls les filtres Chamberland et Berkefeld sont l'objet d'un examen approfondi. Tout en reconnaissant la valeur de la « bougie Pasteur » Frankland relève, avec un peu de philosophie narquoise, semble-t-il, l'engouement irréfléchi dont ces appareils sont l'objet en France.

La sédimentation et la précipitation sont longuement étudiées : procédé à la chaux de Clarke, procédé Caillet et Huet, Rökner-Rothe, l'un recommandé il y a deux ans par Babès et employé de toute antiquité. C'est là pour M. Frankland un sujet de prédilection, dont il s'est occupé à plusieurs reprises depuis 1855; aussi la question est-elle étudiée avec soin et cette partie du chapitre a-t-elle plutôt les allures d'un mémoire détaillé, que d'un résumé pour un traité.

La même remarque s'applique au chapitre IX, sur l'action bactéricide de la lumière. Nous avons ici un de ces « Zusammenfassende Berichte » des Allemands, donnant l'analyse complète de nombreux mémoires dans leur ordre historique et comme conclusion, un excellent résumé des résultats acquis et de la position actuelle de la question. C'est de propos délibéré que les auteurs ont donné un peu plus d'extension à ce projet, jusqu'à en faire un chapitre spécial, car

ils le disent dans leur préface. Leur justification nous semble résider dans le fait que cet exposé complet n'avait pas encore été écrit et que la question a une grande importance pratique, par exemple pour savoir s'il faut construire des réservoirs et des filtres voûtés ou à ciel ouvert. Au point de vue bactériologique, les filtres à air libre valent mieux ; la couverture est un luxe inutile, excepté comme protection contre la gelée dans les climats très froids.

Nous devons remonter maintenant au chapitre VI, sur la multiplication des micro-organismes. Les renseignements sont nombreux et intéressants, mais nous n'avons pas bien pu démêler l'ordre logique qui a présidé à l'exposition du sujet ; rien de ce qui est essentiel n'est passé sous silence, mais les faits sont mentionnés quelque peu au hasard de la rédaction. Ici encore, il eût été bon de faire ressortir, dans un résumé final, avec indication des pages, des principes comme celui de la multiplication rapide des micro-organismes dans les premières heures après le prélèvement de l'échantillon, — la concurrence vitale qui s'exerce entre les diverses espèces et qui, dans certains cas, amène la prédominance presque exclusive de quelques espèces, — la nature diverse de ces espèces d'après les conditions de température, — l'influence du libre accès de l'air, — et surtout le fait important, sur lequel d'ailleurs les auteurs insistent avec raison, que les eaux les plus pures permettent mieux la pullulation que les eaux impures, phénomène rapproché par Miquel de la vaccination.

Le même chapitre renferme des paragraphes sur les eaux gazeuses, l'influence du froid et de l'agitation. Tout cela est à lire et de la plus haute importance pratique.

Deux chapitres sont consacrés à la question fondamentale des bactéries pathogènes dans l'eau. Le chapitre VII donne, outre les méthodes de détection spéciale pour le typhus et le choléra, une méthode pour le charbon (page 283) basée sur la résistance des spores à des températures de 50° à 90°, ce qui écarte les bactéries liquéfiantes. L'utilité de cette recherche est clairement démontrée par les faits cités à la page 261 d'après un travail de Diatropoff dans les *Annales de l'Institut Pasteur* : une ferme dans le sud de la Russie est décimée par le charbon, on trouve le charbon dans un puits alimentant un des pacages, on ferme ce puits et le charbon disparaît.

Le chapitre VIII traite de la vitalité des microbes pathogènes et serait peut-être mieux en sa place avant le chapitre relatif aux modes de recherches, qui n'en est, en bonne logique, qu'un appendice technique. Les nombreux travaux sur la persistance des microbes pathogènes dans les eaux ordinaires se divisent par leur résultat en

deux groupes bien distincts : pour les uns, ces microbes disparaissent en peu de jours, — pour les autres ils résistent des semaines et des mois, — ce qui impliquerait une certaine contradiction. Mais tout s'explique quand on considère que les résultats de la première série ont été obtenus avec des eaux non stérilisés, ceux de la seconde avec des eaux dont les micro-organismes préexistants avaient été écartés. Le fait se résume donc à une question de concurrence vitale et c'est ce que les auteurs ont soin de faire ressortir, dans le résumé qui, cette fois, termine leur chapitre. Ceci nous paraît de la dernière importance en ce qu'on pourrait peut-être débarrasser un réservoir d'eau des microbes pathogènes par l'introduction d'autres espèces inoffensives, comme on se défait des souris par un chat.

Un appendice de 130 pages donne la description de tous les microbes qui ont été trouvés dans les eaux. La détermination des espèces est à l'heure actuelle un vrai casse-tête, *a bewildering task*, disent nos auteurs dans leur préface. Et ils n'ont que trop raison ! Ce qui a fait le plus grand tort à l'utilisation de la bactériologie pour le jugement des eaux potables, ce sont les difficultés presque insurmontables d'une analyse *qualitative* ; sans parler de la besogne considérable, l'absence d'une flore bactériologique des eaux ne permettait pas à un travailleur ordinaire de s'y reconnaître. Le catalogue de Frankland comble donc une lacune, pour employer le cliché traditionnel, mais qui ne s'est jamais mieux trouvé en situation. Il n'en est pas moins destiné à devenir rapidement incomplet, car on découvre pour ainsi dire chaque jour des formes nouvelles.

Nous avons signalé quelques travaux que les auteurs n'ont pas mentionnés ; il serait facile d'en citer d'autres. Le procédé de purification au fer, employé à Anvers où, malgré des difficultés spéciales, il donne d'excellents résultats, avait, semble-t-il, sa place marquée dans le chapitre sur le filtrage. Le *Crenothrix Kuhniana*, l'algue ferrugineuse qui a donné tant de mal à Berlin et surtout à Rotterdam, méritait plus qu'une simple mention dans la liste des espèces ; les auteurs connaissent certainement le beau travail de Hugo de Vries sur la faune de la distribution d'eau de Rotterdam. Le mémoire de MM. Sugg et Remy, au laboratoire de bactériologie de l'université de Gand est ce qu'on a fait de plus complet pour l'identification du bacille typhique et sa distinction des formes très voisines avec lesquelles on pourrait le confondre et avec lesquelles on l'a bien probablement déjà confondu. Nous n'avons rien trouvé au sujet des nombres limites ou maxima, ni sur l'interprétation des résultats des analyses pour juger de la potabilité d'une eau ; il se commet, de la meilleure foi du monde, d'étranges

abus dans ces jugements et l'opinion autorisée de Frankland sur cette question serait souvent utile à citer. Enfin, dans la partie systématique, pour faciliter la détermination des espèces, on pourrait avec avantage augmenter le nombre des figures; le livre de Crookshank avec ses belles chromolithographies, nous a gâté sous ce rapport et l'ouvrage actuel nous a quelque peu déçu.

Ces remarques sont faites, non pas pour la stérile satisfaction de critiquer, mais dans le but de rendre l'ouvrage, pour la prochaine édition, plus utile encore à tous ceux dont il va devenir le vade-mecum et qui sont tous ceux qui ont à s'occuper, à un titre quelconque, de la question des eaux. Elles ne visent, du reste pour la plupart, qu'à compléter des points d'importance secondaire. Il n'en est pas tout à fait de même pour la question de méthode, sur laquelle nous reviendrons tout à l'heure. Enfin, au point de vue matériel, la qualité supérieure du papier et de l'impression, l'élégance du cartonnage, tout cela ne compense pas à nos yeux un horrible défaut : le livre n'est pas rogné ! Je sais bien qu'à notre époque de décadence, et surtout pour les bibliophiles, la suprême beauté pour un livre consiste à avoir les bords accidentés ; mais le bibliophile est l'opprobre de l'humanité et conserve ses livres pour qu'on ne les lise pas. Tous ceux qui travaillent ont été induits en péché de colère par ces pages aux dentelures imbriquées, échappant par paquets aux doigts impatients et qu'il faut tourner une à une en mouillant le pouce. On devrait donner du bâton aux éditeurs qui font de pareilles choses.

M. et M^{me} Frankland ont produit un livre utile et nécessaire. Dans cette époque de publication à outrance, c'est le plus bel éloge que l'on puisse faire. Ils connaissent leur sujet et ils l'exposent avec la lucidité et l'esprit pratique de leur race. Un professor-doctor allemand eût été plus théorique, plus complet et plus long ; un auteur français, plus méthodique, avec une table des matières mieux agencée. Mais nous n'aurions pas eu un livre meilleur ; il faudrait pouvoir combiner toutes ces qualités, réparties par la nature sur des peuples différents. Pourtant, pour une nouvelle édition, nous généraliserions le système des résumés à la fin de chaque chapitre, comme cela a été fait, et si bien fait, pour les chapitres VIII et IX et une partie du chapitre V. Une recette des plus simples pour être méthodique, c'est de numéroter les paragraphes, de façon que chaque numéro corresponde à un renseignement, condensable en une seule phrase. Que les auteurs essaient ce système : leur ouvrage deviendra le code de la bactériologie des eaux.

M. et M^{me} Frankland seraient en droit de se plaindre, qu'après nous

avoir tant donné, nous ne sommes pas encore satisfaits. C'est le propre de la nature humaine, surtout dans les sciences, de vouloir toujours davantage. Nos exigences sont en réalité un hommage, en ce qu'elles montrent ce dont nous les croyons capables. C'est aux riches seuls qu'on est en droit de beaucoup demander.

AD. K.

Dr Edm. GUINOCHE. — **Les eaux d'alimentation. Épuration, filtration, stérilisation.** — 1 volume de l'*Encyclopédie de chimie industrielle*, de la librairie J.-B. Baillièrre et fils. Paris, 1894.

Cet ouvrage a été publié dans la même collection que l'ouvrage de M. Guichard, dont il a été question précédemment, et a paru peu de temps après. M. Guichard avait principalement en vue les emplois industriels de l'eau et a considéré la question plus spécialement au point de vue chimique; mais il a fait des incursions dans le domaine de l'hygiène, incursions qui, comme nous l'avons vu, n'ont pas toujours été heureuses. M. Guinochet, en sa qualité de médecin, a donné le pas à cette question d'hygiène et il a serré son sujet de plus près. Son livre comprend trois chapitres : I. Généralités; II. Filtration centrale; III. Filtration domestique; IV. Stérilisation par la chaleur.

L'introduction, de neuf pages, donne un résumé des diverses opinions qui ont successivement eu cours dans la science. « Tout » d'abord, on ne reconnaissait la pureté d'une eau qu'à ses caractères » *organoleptiques* : pas d'odeur, une saveur nulle ou agréable, et de » la limpidité. Il est à remarquer que ce caractère de la limpidité de » l'eau, comme indice de sa pureté, qui a été noté par les premiers » observateurs, est précisément celui qui préoccupe le plus aujourd'hui les hygiénistes; il est vrai que nous entendons ce terme dans » un sens infiniment plus précis que les anciens; il ne s'agit plus d'une » limpidité facile à constater à la simple vue, mais d'une absence de » tout corps solide, même microscopique. » — La deuxième période est le règne incontesté de la chimie; les notions, d'abord assez vagues, deviennent de plus en plus précises et l'auteur admet « que de » l'ensemble des documents accumulés, on a pu tirer des données *précises* sur la composition chimique d'une eau potable, et que l'on sait » aujourd'hui quelles proportions des diverses substances sont nuisibles, et quelles proportions sont, au contraire, nécessaires... » L'analyse chimique a aussi conduit depuis longtemps les hygiénistes » à indiquer la limite au delà de laquelle la teneur en matières organiques rend cette eau inacceptable pour l'alimentation publique ». — Enfin, la troisième période est caractérisée par l'invasion de la

notion microbienne, due au « génie de Pasteur », ce qui est parfaitement exact ; mais nous nous permettrons de compléter en mentionnant aussi Koch. N'y a-t-il pas de la puérilité à ne pas reconnaître ce qui est pourtant si évident, que l'examen bactériologique des eaux n'a pu se répandre dans la pratique courante, que grâce à la méthode de Koch ? Sommes-nous donc condamnés, pour de longues années encore, à rencontrer dans les meilleures publications françaises (et l'ouvrage de M. Guinochet est au moins très bon) les manifestations de ce chauvinisme ridicule ? Et puisque nous sommes sur ce chapitre, signalons encore une phrase malheureuse à la page 286, à propos des filtres Chamberland et Berkefeld, que l'auteur compare entre eux avec beaucoup d'impartialité : « ... les filtres Berkefeld vantés par Kubler (est-ce parce qu'ils sont d'origine allemande ? ». Notre humble avis est que les savants devraient laisser cela aux politiciens et au journalisme de bas étage.

Dans le cours de ce résumé introductif, naturellement fort succinct, l'auteur a réussi à mettre en évidence les questions les plus essentielles et pour chacune d'elles, il se livre à quelques observations critiques et nous donne son opinion personnelle. Il en est de même du chapitre I, *généralités*, dont en bonne logique l'Introduction, telle que l'auteur l'a conçue, devrait faire partie. Pour notre part, nous aimons bien cette attitude ; quand on a la prétention d'écrire un livre, c'est évidemment parce qu'on se croit compétent ; on a donc une opinion sur les diverses questions, et dès lors, il n'y a pas de raisons pour ne pas la dire, naturellement avec les arguments à l'appui. Si par hasard cette opinion est conforme avec celle du lecteur, l'auteur ne peut qu'y gagner ; car le lecteur se trouve flatté par cette concordance de vues et est d'autant plus porté à des éloges qu'en louant le livre il rend un hommage indirect à sa propre perspicacité. L'inverse n'est pas davantage à redouter, car le lecteur ne manquera pas de rétorquer les arguments, et dans le silence de son cabinet, il est bien certain que la victoire lui restera.

Nous sommes reconnaissant à M. Guinochet de nous avoir procuré ce double plaisir. Ses généralités sur l'épuration des eaux sont pour une grande partie un résumé d'un mémoire de Duclaux sur les filtres à sable, leur mécanisme physique d'attraction moléculaire, leur mécanisme chimique d'occlusion et de combustion, ces dernières actions encore très vaguement connues. Mais ses conclusions sont personnelles :

« En résumé, on voit qu'il n'y a pas, en pratique, d'appareil par-
» fait, c'est-à-dire donnant à coup sûr et indéfiniment, avec une
» dépense en rapport avec le résultat à obtenir, une eau absolument

» limpide, de saveur agréable, de composition chimique convenable,
» ne contenant en dissolution aucune substance nuisible, et privée de
» toute espèce de microbes.

» Mais alors, le problème est donc absolument impossible à résoudre? Je crois que oui, si on veut l'obtenir avec un appareil unique;
» et je pense, par contre, qu'on peut approcher du résultat, en ne
» demandant à chaque appareil que ce qu'il peut donner.

» Voici d'ailleurs comment on pourrait entendre l'ensemble des
» installations destinées à alimenter une ville d'eau pure.

» Tout d'abord, autant que cela est possible, se procurer de l'eau
» naturellement pure, l'eau de source étant considérée comme la
» meilleure; c'est là une donnée si bien proclamée par tout le monde
» que la répéter constitue presque une banalité. On connaît les sacrifices faits par la Ville de Paris pour introduire chez elle l'eau de
» source.

» Dans le cas où il est impossible de se procurer de l'eau de source,
» soit à cause des dépenses trop considérables, soit même à cause
» d'une impossibilité matérielle, et si l'on est obligé, par exemple,
» d'utiliser une eau de rivière, purifier cette eau de façon à la débarrasser des matières organiques en dissolution et à détruire les
» microbes qui y sont contenus, puis, comme corollaire, la filtrer.

» Enfin, que l'eau soit naturellement pure, ou qu'elle ait été préalablement purifiée, il faudra toujours en arriver à la filtrer à la sortie
» des robinets de consommation. En effet, il est bien difficile de ne
» rien laisser échapper dans les grandes installations d'épuration et de
» filtration, et l'eau de source la plus pure elle-même contient des
» particules en suspension. »

On voit explicitement admis, dans ces conclusions, la possibilité pratique d'utiliser les eaux de rivière et, dans le cours du chapitre, l'auteur avait dit que le fer semble être le meilleur purificateur pour la précipitation des matières organiques. Or, s'il est en France un dogme solidement établi et maintenu par la puissance de hautes influences, c'est précisément la thèse contraire; on ne jure que par les eaux de source et on décore du nom de sources, la réapparition à l'air libre de rivières après un cours souterrain. C'est notamment le cas pour l'Avre, que la Ville de Paris vient d'amener à grands frais et précisément l'exemple de Paris, cité par l'auteur, n'est pas aussi probant qu'il le croit. C'est le seul ouvrage français où la question ait été examinée avec une telle indépendance d'esprit et un heureux équilibre entre les exigences de la théorie et les inéluctables nécessités de la pratique. Les théoriciens absolutistes, en disqualifiant en bloc l'alimen-

tation par les rivières, en n'admettant pas l'efficacité du filtrage, font beaucoup de mal, car les municipalités qui voudraient introduire le filtrage hésitent à entamer des travaux coûteux qu'on leur dit inutiles, et comme elles ne peuvent pas faire des sources là où il n'y en a pas, les choses restent dans l'état, au grand détriment de l'hygiène. Dans la situation présente des esprits en France, l'ouvrage de M. Guinochet est un heureux symptôme et peut faire beaucoup de bien.

Les protagonistes de l'eau de source quand même ne pourront pas accuser l'auteur d'être, dans ses exigences, d'une modération excessive. En effet, il demande tout simplement la stérilité absolue de l'eau et la réduction des matières organiques à un titre qu'il ne précise pas. Nous avons quelques mots à dire sur chacun de ces points.

Peut-on raisonnablement espérer en arriver à l'élimination complète des microbes ? Et si on croit que non, est-on justifié à poser cette condition d'une façon si absolue ? Il est assez difficile de démêler l'opinion personnelle de l'auteur, car il n'est pas toujours aussi catégorique qu'on pourrait le croire d'après ce que nous avons cité. Il dit quelque part que la stérilité absolue est *l'idéal*, dont on doit chercher à se rapprocher ; mais notre auteur ignore-t-il que l'absolu n'est pas de ce monde ? Ailleurs, il cite une opinion du Dr Vallin, qui demande le renouvellement du filtre, parce que des 1281 microbes présents dans l'eau telle quelle, il en passe... DEUX ! (page 17). Dans les pages qu'il consacre aux filtres à sable, revient souvent la même idée que tous les microbes ne sont pas éliminés et s'il se montre un partisan convaincu du système Anderson d'épuration par le fer, c'est qu'il admet la destruction des microbes par le métal et il dit à la page 110 « que, *à la sortie des cylindres rotatifs*, l'eau ne contient pour ainsi dire plus de microbes, » (les mots soulignés le sont dans le texte). C'est en effet l'opinion qui a été soutenue dans le temps par Bischof, Edw. Frankland, Ogston ; les expériences de Percy Frankland et de Babès, également mentionnées par l'auteur, tendent en effet à démontrer l'effet stérilisant d'un long contact avec le fer ; mais des nombreuses analyses que j'ai faites, il résulte à toute évidence qu'à la sortie des cylindres, le nombre des microbes n'a pas diminué. Somme toute, l'auteur semble ballotté entre les bons effets incontestables d'un filtrage au sable, qu'il s'est donné la peine d'examiner d'une façon moins sommaire que la plupart de ses compatriotes, et les influences de l'opinion régnante.

Il est assez étrange de ne pas trouver un mot sur les méthodes analytiques, d'autant plus que l'auteur, Pharmacien en chef de l'Hôpital de la Charité, doit être compétent dans cette question. Nous sommes tentés de voir dans cette omission une preuve de bon sens. Les

ouvrages techniques sur l'analyse des eaux sont nombreux, et les détails écourtés auxquels on doit se restreindre, dans un livre comme celui-ci, sont inutiles pour les spécialistes, insuffisants pour ceux qui ne sont pas au courant et dangereux quand cette dernière catégorie de lecteurs essaie de s'en servir pour faire des analyses par eux-mêmes. Mais l'auteur aurait pu sans inconvénient donner un chapitre sur l'interprétation des résultats analytiques, d'autant plus qu'en beaucoup de pays et aussi, croyons-nous, en France, existe cette singularité de séparer le travail d'analyse et l'interprétation des résultats : le chimiste se borne à donner ses chiffres et le médecin doit prononcer sur la valeur de l'eau au point de vue de sa potabilité. Un ouvrage écrit surtout au point de vue de l'hygiène, aurait donc fait chose utile en traitant cette question. En outre, il nous aurait beaucoup intéressé de connaître un peu par le menu les faits qui portent l'auteur à considérer comme tranchées toutes ces questions relatives à l'influence physiologique des matières contenues dans les eaux naturelles, d'autant plus que nous croyons la science encore très peu avancée sur ce point ; nous connaissons beaucoup d'affirmations, très contradictoires, pas un seul fait réellement établi. Surtout les ptomaïnes dans l'eau, question sur laquelle l'auteur revient incidemment à diverses reprises et avec beaucoup d'insistance, nous semble encore arriérée à tel point, que l'on ne sait même pas déceler ces substances. Leur attribuer un rôle quelconque dans l'agenèse des maladies est, dans l'état actuel de la science, au moins prématuré ; et rien ne prouve que ce rôle ne soit pas peut-être même avantageux ; les recherches de Miquel ont démontré que les eaux pures de source donnent lieu à une pullulation plus rapide de certains microbes que les eaux moins pures ; et l'immunité relative dont jouissent les citadins pour la fièvre typhoïde pourrait bien être un cas de vaccination par suite de la nature spéciale de l'eau. Mais tout cela est beaucoup trop vague, beaucoup trop hypothétique pour être présenté au lecteur comme une chose certaine.

Ce chapitre sur les généralités résume le livre tout entier ; les autres chapitres ne sont plus que le développement descriptif des divers procédés. Ces généralités sont écrites dans un style simple et coulant, plutôt le style agréable d'un article de vulgarisation de la *Revue des Deux Mondes* par exemple, que d'un traité. La rédaction a été faite au courant de la plume, mais l'auteur possédait bien son sujet et l'avait mûri au préalable par la réflexion.

Nous ne pouvons entrer dans l'examen détaillé des autres chapitres ; les installations de Berlin et de Londres sont décrites d'une façon sommaire, assez exacte ; le procédé au fer Anderson, dont l'auteur est

un partisan enthousiaste, a été l'objet de sa part d'un examen personnel à Boulogne-sur-Seine. Il donne aussi une description détaillée des travaux d'eau de Southampton, qui sont la plus vaste application du procédé à la chaux de Clarke, pour adoucir les eaux calcaires. On voit que les exemples ont été choisis avec intelligence; l'auteur ne s'est pas borné à copier ce qui se trouve dans les autres traités, il a puisé dans les revues d'ingénieur. En général, il a fait preuve d'un bon esprit critique; mais quand on ne peut pas faire une enquête personnelle, voir par soi-même (et alors il faudrait faire un tour d'Europe avant d'écrire un livre) quelques légères erreurs d'appréciation sont inévitables. Notre situation personnelle nous met bien à l'aise pour déclarer que, à notre avis, l'auteur surtaxe la valeur du procédé au fer, procédé excellent, mais pas absolument parfait pourtant. En outre, nous ne croyons pas qu'il soit juste de prendre comme argument contre les filtres à sable les travaux d'eau de Koenigsberg, dont les installations sont précisément citées par P. Frankland, dans le récent ouvrage que nous examinons tantôt, comme type de fonctionnement défectueux.

Une soixantaine de pages sont consacrées à l'étude du filtre Chamberland, et l'auteur nous donne les résultats de ses travaux personnels. Nous avons déjà dit que cette étude comparative du filtre Chamberland et de son compétiteur allemand, le Berkefeld, est très complète et très impartiale; les deux filtres peuvent donner de l'eau stérile, mais au bout d'un certain temps, les microbes passent, par prolifération, à travers les pores de la paroi; le filtre Chamberland semble plus sûr, mais son débit est tellement faible, que, à tout prendre, nous préférons le Berkefeld. Il va sans dire que tel n'est pas l'avis de M. Guinochet, mais nous reconnaissons que la question est douteuse.

En quelques endroits, il y a des erreurs de plume. C'est ainsi que nous lisons à la page 104, que « l'ammoniaque libre, l'acide nitreux et une grande partie de l'acide nitrique sont brûlés ». En outre, nous soupçonnons fort notre auteur d'avoir une écriture de médecin et d'être très peu calligraphe, à en juger par la façon dont les typographes ont arrangé certains noms propres; c'est ainsi que Fol et Dunant sont devenus *Pol* et *Dumont* (page 34) et le nom de M. Boutan, le distingué ingénieur de la Société générale des Eaux, est devenu *Boutin* (page 111).

En résumé, l'ouvrage de M. Guinochet laisse une impression satisfaisante; l'auteur a pu s'affranchir jusqu'à un certain point de l'oppression des idées théoriques régnantes, et une connaissance plus intime avec la pratique montrera bien certainement, à un esprit ouvert, comme le sien, ce qu'il peut y avoir encore d'outré dans certaines exigences. Les questions sont bien étudiées, les divers arguments exposés

clairement et avec une entière bonne foi. La question de l'eau est à la mode, et une question est à la mode lorsque le public ordinaire en parle sans la connaître. Cela se voit non seulement aux articles de journaux, mais trop souvent aux volumes qui inondent actuellement la littérature hydrologique. C'est un phénomène reconfortant que de trouver, au milieu de ce déluge, une œuvre sérieuse.

AD. K.

SÉANCE MENSUELLE DU 30 OCTOBRE 1894

Présidence de M. G. Jottrand, Président.

Correspondance.

Le Comité exécutif et le Comité général de l'*Exposition d'Amsterdam*, qui aura lieu du 3 mai au 1^{er} novembre 1895, adressent une demande de participation, qui sera soumise au Conseil.

M. le *Commissaire général* de la Section belge à l'*Exposition universelle d'Anvers* informe la Société que le Jury international des récompenses lui a accordé un **Diplôme de Médaille d'or**. Le Diplôme et la Médaille seront transmis ultérieurement.

M. le *Secrétaire général* de la Société géologique de Belgique (Liège) annonce être chargé par le Comité directeur de la Carte géologique d'Europe d'attirer l'attention de la Société sur une circulaire relative à cette entreprise scientifique, circulaire dont on trouvera des extraits en annexe du Procès-Verbal de la séance.

Dons et envois reçus (*Abstraction faite des Périodiques ordinaires*).

1^o De la part des auteurs :

- 1873 **Baratta (M.)**. *Dei Centri Sismici della Romagna e delle Marche*. Extr. in-8°, 6 pages. Roma, 1894.
- 1874 — *Intorno ai Fenomeni Sismici avvenuti nella pensiola Garganica durante il 1893*. Extr. in-4°, 48 pages, 2 pl. Roma, 1894.
- 1875 **Cornet (Dr J.)**. *Die geologischen Ergebnisse der Katanga-Expedition*. Extr. in-8°, 30 pages. Gotha, 1894.
- 1876 **Firket (A.)**. *L'origine et le mode de formation de la houille*. Extr. in-8°, 56 pages. Liège, 1894.
- 1877 **Fornasini (G.)**. *Contributo alla Conoscenza della microfauna terziaria Italiana*. Extr. in-4°, 36 pages, 3 pl. Roma, 1894.
- 1878 **Gosselet (J.)**. *Géographie physique du Nord de la France et de la Belgique*. Fasc. 1, 2, 3, 4. Extr. in-8°. Lille.
- 1879 — *Etude sur les variations du Spirifer Verneuili*. Extr. in-4°, 61 pages, 7 pl. Lille, 1894.
- 1880 **Institut cartographique militaire**. *Notice sur les cartes, documents et objets exposés en 1894, à Anvers*. Br. in-8°, 28 pages et cartes. La Cambre, 1894.

- 1881 **Issel (A.) et Traverso (S.)**. *Nota sul litorale fra vado e Spertorno*. Extr. in-8°, 20 pages. Genova, 1894.
- 1882 **Loewinson-Lessing (J.)**. *Petrographisches Lexikon. I Theil*. Extr. in-8°. 112 pages. Dorpat, 1893.
- 1883 **Prestwich (J.)**. *A possible cause for the origin of the tradition of the Flood*. Extr. in-8°, 38 pages.
- 1884 **Sacco (F.)**. *I Molluschi dei terreni terziarii del Piemonte et della Liguria*. Extr. in-8°, 8 pages. Torino, 1894.
- 1885 — *Le Variazioni dei Molluschi*. Extr. in-8°, 20 pages. Modena, 1894.
- 1886 — *Trionici di M. Bolca*. Extr. in-8°, 11 pages, 1 pl. Torino, 1894.
- 1887 — *Lo Sviluppo Glaciale nell'Appennino Settentrionale*. Extr. in-8°, 24 pages, 1 pl. Torino, 1894.

2° Extraits des publications de la Société :

- 1888 **Dupont (E.)**. *Les phénomènes généraux des cavernes en terrains calcaireux et la circulation souterraine des eaux dans la région Han-Rochefort*. 2 exemplaires.

3° Périodiques nouveaux offerts en échange :

- 1889 *Bulletin de l'Académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg*, t. XXXVI, 1, 2.
- 1890 *Carte géologique de la Belgique à l'échelle du 40,000^e*, fascicule I, contenant les cartes géologiques suivantes :
Duysbourg-Hamme-Mille; Cortemarck-Thourout; Staden-Roulers; Iseghe-Wacken; Gavere-Oosterzeele; Oordegem-Alost; Lebbeke-Merchtem; Aerschot-Montaigu; Anseghe-Audenaerde; Herzele-Ninove; Assche-Anderlecht; Bruxelles-Saventhem; Erps-Querbs-Louvain; Landen-Saint-Trond; Biévene-Enghien; Rebecq-Rognon-Ittre; Waterloo-La Hulpe; Wavre-Chaumont-Gistoux; Jodoigne-Jauche; Hannut-Montenaeken; Nivelles-Genappe; Chastre-Gembloux; Perwez-Eghezée.

Chacune de ces feuilles correspond à deux planchettes topographiques du $\frac{1}{20,000^e}$ et représente un territoire de 16000 hectares.

- 1891 *Mémoires de l'Académie des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique*, t. LII, 1894.
- 1882 *Mémoires couronnés*, in-4°, t. LIII, 1894.

M. le Secrétaire attire l'attention de ses collègues sur le premier fascicule—qui vient de paraître et dont le Département de l'Agriculture a bien voulu nous réserver un exemplaire, en nous inscrivant pour recevoir la série complète dans l'avenir — de la nouvelle *Carte Géolo-*

gique de Belgique, à l'échelle du 1/40.000^e, publiée par ordre du Gouvernement.

Il n'y a pas lieu de vouloir comparer ces cartes à celles de l'ancien service, levées et publiées à l'échelle du 1/20.000^e et qui comprennent le tracé complexe des données du sol et de celles du sous-sol. Ces cartes, fort détaillées, qui figuraient tous les affleurements et sondages, et avaient résolu le difficile problème de la fusion graphique du sol et du sous-sol, constituaient pour ainsi dire une sorte de répertoire de faits, très complet, et dont il serait déraisonnable de rechercher l'équivalent dans une carte à échelle de moitié moindre.

Aux yeux de beaucoup de personnes, peu familiarisées avec la cartographie géologique, l'apparente complication de l'ancienne carte ne permettait guère, sans une étude préalable d'initiation, la lecture aisée, pour tout le monde, des allures et de la répartition du *sous-sol*, dont les *limites* d'étages et d'assises étaient seules colorées en teintes vives, conjointement avec les dépôts du *sol*, représentés par des couleurs en teintes plates, douces et peu accentuées.

La carte au 1/40.000 de l'organisation actuelle fournit la répartition du *sous-sol* par des *teintes plates*, suivant le système des cartes murales, ce qui rend la perception de ce sous-sol rapide et nette; toutefois elle ne fournit, sauf les alluvions modernes, que de simples séries de notations, très complètes et détaillées d'ailleurs, en ce qui concerne le *sol*, quaternaire et moderne.

Ce qui rachète très largement, dans cette œuvre, la donnée essentiellement synthétique de la teinte plate affectée aux dépôts du sous-sol, c'est que non seulement la notation des initiales des terrains coïncide précisément avec l'*emplacement des affleurements* aux points observés, mais encore que les *nombreux sondages de levé*, qui ont servi à compléter les lumières fournies par les affleurements, se trouvent également repérés et indiqués, avec la succession et l'épaisseur des dépôts superposés du sol et du sous-sol rencontrés par la sonde.

L'heureuse innovation matérielle de la Carte belge au 1/40.000^e consiste donc à ce que l'on peut nettement, malgré les teintes plates, juger du degré d'élaboration des levés et séparer ainsi nettement le fait prouvé de l'hypothèse, dans le tracé des limites du terrain.

Cette œuvre demande comme complément naturel, l'adjonction d'une carte du sol: mais celle-ci sera fournie par la Carte agronomique, dont la confection a été décidée par le Département de l'Agriculture, et qui sera dressée à l'échelle du 1/20.000^e.

Il est à remarquer d'ailleurs que les levés de la carte géologique se font, comme au temps de l'ancien service, à l'échelle du 1/20.000^e et que

ces minutes, plus détaillées que les cartes publiées, se trouvent en portefeuille, à la disposition du public, dans les bureaux de la Commission géologique, 1, rue Latérale, à Bruxelles.

Un texte explicatif et des coupes compléteront ultérieurement l'envoi qui vient d'être fait de ce premier fascicule de cartes.

Demande de l'Administration communale de Beaumont.

L'Administration communale de Beaumont, ayant fait exécuter des travaux de captage en terrain devonien et ces travaux n'ayant pas donné les résultats qu'on en attendait, demande à la Société des renseignements au sujet de ce qu'il y aurait à faire de plus favorable au point de vue de l'extension du drainage et de l'obtention du maximum de débit.

M. Rutot dit qu'il a examiné le dossier envoyé par l'Administration communale de Beaumont.

De l'ensemble des pièces il résulte que le drainage est effectué dans des psammites plus ou moins aquifères, grâce aux fissures superficielles de la roche, et que la direction à donner aux nouveaux travaux dépend uniquement de circonstances tout à fait locales, à étudier sur place.

Notre confrère M. Bayet, de Walcourt, s'étant déjà occupé de la question, il est décidé que le Secrétaire écrira à l'Administration communale de Beaumont pour l'engager à continuer à prendre l'avis de M. Bayet, qui est le seul géologue connaissant le plus particulièrement le détail de la géologie de la région.

Communication des membres.

1^o M. le Dr C. Klement fait la communication suivante :

SUR LA FORMATION DE LA DOLOMIE

COMMUNICATION PRÉLIMINAIRE

PAR

M. C. Klement,

Aide-naturaliste au Musée Royal d'Histoire Naturelle de Bruxelles.

La présente communication a pour but de prendre date afin de me réserver la priorité de quelques expériences chimiques, par lesquelles je crois pouvoir expliquer la formation d'une roche dont l'origine est recherchée depuis si longtemps. Dès la fin du dernier siècle, en

effet, un grand nombre de savants, géologues, lithologistes et chimistes, se sont occupés de cette question, et les hypothèses les plus variées ont été émises, sans qu'on eût trouvé jusqu'ici une solution complète du problème.

Le plus grand nombre de ces hypothèses, se basant surtout sur le manque de stratification et sur la rareté de fossiles bien conservés dans la roche typique, admettent pour la dolomie une formation *indirecte*, par voie de métamorphisme du calcaire déposé par l'action des organismes. Mais quand il s'agit de savoir de quelle manière cette transformation du calcaire en dolomie s'est opérée, les opinions sont des plus divergentes.

La théorie la plus ancienne, celle de l'action de vapeurs magnésiennes d'origine volcanique (*Arduino, Heim, L. v. Buch, Frapolli Durocher*) (1) est aujourd'hui complètement abandonnée et n'a plus qu'une valeur historique.

Un second groupe de savants admettent un apport de magnésie par voie humide, soit sous la forme de bicarbonate (*Dana et Jackson, Nauck, Pfaff, Hausmann, etc.*), soit à l'état de sulfate (*Collegno, v. Alberti, Haidinger, v. Morlot*) ou de chlorure (*Marignac, Favre*) : le bicarbonate remplacerait directement une partie du calcaire, tandis que le sulfate et le chlorure agiraient par double décomposition, en formant du carbonate de magnésium et du sulfate (ou du chlorure) de calcium : $\text{CaCO}_3 + \text{MgSO}_4 = \text{MgCO}_3 + \text{CaSO}_4$; $\text{CaCO}_3 + \text{MgCl}_2 = \text{MgCO}_3 + \text{CaCl}_2$. Mais ces réactions n'ont lieu qu'à des températures assez élevées — 100° à 160°C, d'après *Hoppe-Seyler* (2); — on était donc forcé, pour les expliquer, d'avoir recours à des hypothèses supplémentaires, telles que l'action de sources chaudes ou d'éruptions volcaniques.

Un troisième groupe de savants partent du fait que le calcaire formé par les organismes contient toujours une petite quantité de carbonate de magnésium (0,5 à 1 o/o ordinairement, mais quelquefois beaucoup plus); ils expliquent alors la formation de la dolomie par la dissolution de l'excès du carbonate de calcium par les eaux atmosphériques, qui contiennent toujours une certaine quantité d'acide carbonique. Cette théorie a été appliquée d'abord par *Grandjean* aux dolomies de la vallée de la Lahn, et généralisée ensuite par *Bischof*. Tout récemment, M. Högbom (3) a suggéré l'idée que ce lessivage du calcaire

(1) Je renvoie, pour la littérature ancienne, à l'excellent travail de MM. *Doelter et Hoernes*, cité plus tard:

(2) F. HOPPE-SEYLER, *Zeitsch. deutsch. geol. Ges.*, 1875, xxvii, p. 509.

(3) A. G. HÖGBOM, *N. Jahrb. Min.*, 1894, i, p. 273.

pourrait avoir eu lieu déjà pendant la suspension des particules calcaires dans l'eau de mer.

Quelques auteurs, enfin, admettent pour la dolomie une formation *directe*, soit par simple dépôt de sources calcaro-magnésiennes (*Leube, Coquand, Rosen, Gümbel*), soit par précipitation à la suite d'une double décomposition de solutions calcareuses et magnésiennes (*Forchhammer, Scheerer*).

De ces différents modes de formation, l'un ou l'autre peut bien avoir eu lieu dans certains cas. Il y a, sans doute, des dolomies déposées par des sources, et d'autres formées par l'action d'eaux magnésiennes sur le calcaire. Mais ces formations ne se rencontrent que dans une étendue très restreinte et d'une manière tout à fait locale. Même la théorie de *Bischof*, qui compte probablement encore le plus d'adeptes, ne saurait s'appliquer à tous les gisements de la roche en question. Les dolomies formées par l'altération du calcaire dolomitique montrent en général un aspect tout à fait poreux et se désagrègent même souvent complètement en grains sableux. Pour expliquer de cette manière la formation des dolomies compactes, *Bischof* était forcé d'admettre une recristallisation complète de la masse poreuse en une roche massive, ce qui n'a été observé nulle part avec certitude, au moins sur une grande échelle. En outre, les dolomies poreuses sont généralement accompagnées de couches argileuses et ferrugineuses, souvent métallifères, qui représentent, sans aucun doute, le résidu de bancs calcaires dissous. Ces couches d'argile ferrugineuse semblent manquer, d'une manière générale, aux dolomies massives, non stratifiées. Enfin, si l'énorme excès de carbonate de calcium dans les calcaires dolomitiques avait été enlevé par dissolution, il devrait y avoir une perte de substance et, en conséquence, un abaissement de niveau considérable, dont on ne trouve nulle trace pour les dolomies compactes.

La principale difficulté d'une explication satisfaisante de la formation de la dolomie se résume évidemment dans la question suivante : D'où viennent ces énormes quantités de magnésie nécessaires pour la transformation du calcaire en dolomie ? La supposition qu'elles aient été apportées par des sources magnésiennes, provenant par exemple de la décomposition de roches volcaniques, est déjà en elle-même — abstraction faite des conditions secondaires de cette action — tellement hypothétique, qu'il est difficile de l'admettre. D'un autre côté, l'eau de mer nous fournit une source presque inépuisable de sels de magnésie, mais elle contient ce corps à l'état de sulfate et de chlorure, et comment ces sels peuvent-ils agir sur le calcaire, puisque, à la température ordinaire, la réaction nécessaire n'a pas lieu ?

Malgré cette difficulté, divers auteurs ont formellement exprimé l'avis, que la source de la magnésie des roches dolomitiques doit être cherchée dans l'eau de mer. Ainsi, par exemple, MM. *Doelter* et *Hoernes* (1), qui cependant ne se prononcent pas sur les modalités de cette réaction; ainsi, encore, M. *Hoppe-Seyler* (2), qui invoque pour expliquer la haute température, l'action volcanique. Mais une température de 100 à 160° ne paraît pas bien réalisable pour l'eau de mer; en outre, on ne découvre souvent aucune trace de vulcanisme dans le voisinage des dolomies.

Les faits qui, pour moi, sont d'une importance fondamentale pour la solution du problème qui nous occupe, sont les suivants :

1° La dolomie typique, c'est-à-dire la roche massive, non stratifiée, se trouve très souvent sous la forme de récifs coralliens (3), et ce sont alors toujours les atolls qui montrent la dolomitisation la plus complète. Tel est le cas des dolomies du Zechstein de l'Orlathal, décrites par *Liebe* (4). Le même cas se présente pour les célèbres dolomies tria-

(1) C. DOELTER et R. HOERNES, *Jahrb. k. k. geol. Reichsanst.* 1875, xxv, p. 332.

(2) F. HOPPE-SEYLER, *l. c.*, p. 520.

(3) Rappelons en quelques mots la manière dont les récifs coralliens se forment de nos jours. En raison des conditions toutes spéciales que nécessite la croissance des coraux, ces récifs affectent surtout deux formes : 1° la forme de remparts le long des continents ou des grandes îles, soit que ces remparts bordent directement la côte et enforment la plage — *récifs frangeants*; soit qu'ils soient séparés de la côte par un chenal plus ou moins large et plus ou moins profond — *récifs barrières*. La seconde forme de récifs coralliens est celle de véritables îles. Ces îles coralliennes, ou *atolls*, présentent toujours une forme particulière. Par suite de la croissance plus considérable des coraux vers l'extérieur des récifs, où ces organismes trouvent plus de nourriture, le bord externe de ces îles est toujours plus élevé que la partie centrale, et cette dépression intérieure est ordinairement remplie d'eau, formant ainsi un lac plus ou moins étendu, que l'on appelle la *lagune*. On peut donc dire qu'un atoll n'est autre chose qu'un récif annulaire; il peut être entouré, ou non, d'un récif barrière.

Quant aux lagunes, elle sont ordinairement en communication directe avec la mer, soit par des chenaux à travers le bord extérieur, soit par le fait que ce bord est généralement plus bas et immergé du côté opposé à la direction du vent dominant. Mais il arrive aussi que ces lagunes sont complètement fermées et sans communication avec l'océan, du moins pendant la marée basse.

La configuration des atolls devient quelquefois beaucoup plus compliquée par la réunion d'un grand nombre de petits récifs annulaires en un seul système, qu'on pourrait appeler un *atoll composé* : les îles Maldives, notamment, nous en fournissent de nombreux exemples. *Dana* (*l. c.*, p. 154) les décrit comme suit : « Leur caractère propre consiste dans la présence de petits récifs annulaires à l'intérieur d'un large atoll; les petites îles qui composent le récif extérieur, ainsi que les îlots qui se trouvent à l'intérieur de la lagune, sont formés par de petits récifs annulaires, chacun ayant son petit lac. »

(4) TH. LIEBE, *N. Jahrb. Min.* 1853, p. 769.

siques du Tyrol méridional, dont l'origine corallienne a été démontrée par v. *Richthofen* (1); ce savant insiste expressément sur le fait, inexplicable pour lui, que ce sont précisément les atolls qui sont composés de dolomie, tandis que les récifs barrières sont formés de calcaire dolomitique. Il en est de même, enfin, des dolomies devoniennes et carbonifères de l'Ardenne, dont l'origine corallienne a été mise en évidence par M. *Dupont* (2); les affleurements que ce savant a appelés l'atoll de Roly, montrent d'une manière tout à fait marquante la dolomitisation à la partie centrale de certains récifs.

2° *Dana* (3) rapporte que l'île corallienne émergée de Matea, une des îles Touamotou dans l'Océan Pacifique, est composée à l'intérieur, c'est-à-dire dans la partie lagunaire, de dolomie contenant jusqu'à 38.07 % de carbonate de magnésium, tandis que les coraux de la même île ne contiennent que des traces de cette substance. Il est évident, ajoute *Dana*, qu'il y a eu dans ce cas un apport de magnésie par l'eau de mer, probablement concentrée dans une lagune complètement fermée. Il croit que cette réaction s'est faite à la température ordinaire; mais à une autre occasion (l. c., p. 95) il indique lui-même, ainsi que M. *Murray* (4), que l'eau de ces lagunes peut être *fortement* chauffée.

3° Déjà *Dana* (l. c., p. 74) a émis l'opinion que le carbonate de calcium des coraux n'est peut-être pas de la calcite, mais bien de l'aragonite. *Sorby* (5), à la suite de nombreuses recherches sur la nature du carbonate de calcium sécrété par les différents organismes, arrive à la même conclusion. Puisque cette espèce minérale montre des propriétés tout autres que la calcite, j'ai cru pouvoir m'expliquer par ce fait l'insuccès des chimistes, quand ils ont voulu démontrer, par des expériences de laboratoire, la formation de la dolomie, en opérant sur la calcite au lieu de l'aragonite. Par l'emploi de cette dernière espèce, j'ai réussi, en effet, à obtenir une substance qui est probablement de la dolomie. En faisant agir sur de l'aragonite en poudre fine, au bain-marie, dans une capsule en platine couverte, une solution assez concentrée de sel marin avec du chlorure et du sulfate de magnésium, dissous environ dans les mêmes proportions que dans l'eau de mer, j'ai obtenu à plusieurs reprises un produit qui contient,

(1) F. v. RICHTHOFEN, *Geogn. Besch. d. Umgeb. v. Predazzo etc.*, Gotha, 1860.

(2) E. DUPONT, *Bull. Musée R. d'Hist. nat. Belg.*, 1882, 1, p. 89 et *Bull. Acad. R. Belg.* 1883, v, p. 264.

(3) J. D. DANA, *Corals and Coral Islands*, London, 1875, p. 307.

(4) J. MURRAY, *Proc. Roy. Soc., Edinburgh*, 1880, x, p. 511.

(5) H. C. SORBY, *Quart. Journ. Geol. Soc.* London, 1879, xxxv, Proc. p. 60.

outre de l'acide carbonique et de la chaux, 15 à 32,5 % de magnésie, ce qui répond de 31,5 à 68,3 % de carbonate de magnésium. Durant cette opération la solution employée s'est graduellement concentrée jusqu'à une cristallisation abondante de sel marin. Le produit ainsi obtenu est à peine attaqué par l'acide acétique dilué. Au microscope on voit qu'il est formé de cristaux biréfringents, mais si petits qu'il est difficile de déterminer leur forme cristalline, qui semble cependant se rapprocher du rhomboèdre. Mais quelle que soit la nature et la composition exacte de ce produit, que je me propose de déterminer avec précision, la possibilité de la formation de carbonate de magnésium, et en conséquence de dolomie est prouvée par ces expériences, et cela dans des conditions qui sont approximativement réalisables dans la nature. La température observée, pendant mes expériences, était de 90 à 92°C. Mais vu l'intensité de la réaction, elle se fera probablement encore, quoique peut-être moins énergiquement, à des températures plus basses. La concentration de la solution employée semble jouer un rôle considérable, car en répétant la même expérience, avec la même solution, dans un tube en verre scellé, où une concentration plus complète était donc impossible, je n'ai observé qu'une action tout à fait insignifiante. Je me réserve d'étudier à fond toutes les conditions nécessaires à la bonne réussite de ces expériences, et de revenir alors, dans un travail plus complet, sur ce sujet. Mais je crois déjà pouvoir tirer de tout ce qui précède la conclusion suivante : *La dolomie massive se forme dans des lagunes fermées, par l'action de l'eau de mer concentrée et surchauffée par les rayons solaires, sur l'aragonite des coraux.* Ainsi les parties dolomitiques des bancs coralliens de Roly nous indiqueraient l'emplacement d'anciennes lagunes d'un atoll composé.

2° L. DOLLO. — L'origine de la Sole.

L'auteur étudie l'évolution des poissons plats (*Heterosomata*), en allant des formes les moins spécialisées (*Psettores*) aux formes les plus spécialisées (*Soles*).

Il rappelle, ensuite, la discussion de l'illustre Darwin, le Newton de la biologie, avec M. Saint-George Mivart, sur l'origine de ces poissons.

Il conclut que celle-ci ne peut être expliquée que par la *discontinuité* de l'évolution.

Et il annonce, pour terminer, que son excellent ami M. E. Canu, Directeur de la station aquicole de Boulogne-sur-Mer, et lui, font des recherches sur *variations individuelles* des poissons, dans le but de démontrer la justesse de cette interprétation.

ANNEXE

AU PROCÈS-VERBAL DE LA SÉANCE DU 30 OCTOBRE 1894.

Carte géologique internationale de l'Europe.*(Extraits de la circulaire.)*

Le Congrès géologique international, dans sa séance à Bologne en 1881, a résolu l'édition d'une Carte géologique internationale de l'Europe, à l'échelle de 1 : 1.500.000. Il a chargé de son exécution les Soussignés avec l'assistance d'une commission spéciale.

Cette carte se composera de 49 feuilles de 488^{mm} de haut et de 546^{mm} de large.

La base topographique de la carte a été dessinée par le professeur H. KIEPERT à Berlin, d'après les matériaux les plus récents de tous les pays.

Le dessin géologique est tracé autant que possible d'après les élaborations originales des différents pays. Il a été beaucoup retardé par cette circonstance, que la plupart des grands pays se sont décidés, après le Congrès de Bologne, à faire exécuter de nouvelles cartes générales de leurs territoires et que la direction doit se servir de ces cartes pour la combinaison de la carte géologique internationale afin de la porter à la hauteur des connaissances actuelles.

C'est par suite de ces conditions qu'il n'a pas été possible de terminer jusqu'à présent la carte. Comme ce but ne pourra être atteint que dans quelques années, la direction est décidée, d'accord avec la Commission, à publier la carte par livraisons, au fur et à mesure de l'achèvement de certains groupes de feuilles.

La première de ces livraisons paraîtra prochainement. Elle se composera de 6 feuilles, représentant l'Islande, une petite partie de la côte du Groenland, le Nord et le Centre de l'Allemagne, une petite partie de l'Est de la France et du Sud du Danemark, la Belgique, la Hollande, la province de Pologne de la Russie et les parties les plus au Nord de l'Autriche-Hongrie.

Un an après une deuxième livraison sera publiée, qui contiendra 10 feuilles représentant la Grande-Bretagne, la France, le Portugal, le Sud de l'Allemagne, la Suisse, la plus grande partie de l'Italie et la partie Ouest de l'Autriche-Hongrie.

Une troisième livraison paraîtra l'année suivante et l'achèvement entier de l'ouvrage complet sera ensuite hâté autant que possible.

Après ces indications, nous invitons à souscrire à la carte, en ajoutant les observations suivantes.

Le débit de la carte a été entrepris par la maison DIETRICH REIMER (HOEFER et VOHSEN) à Berlin, Anhaltstrasse, 12.

Le prix de souscription de la carte complète est de 100 francs (80 Mark). La souscription oblige à l'achat de l'ouvrage entier, tandis que les paiements se feront à la réception de chaque livraison en raison de la part de l'ouvrage complet représentée par la livraison. Le prix de la première livraison est par conséquent de fr. 12.50 (10 Mark). Les paiements seront versés à la maison DIETRICH REIMER, qui s'est engagée à livrer aux Souscripteurs des exemplaires de l'ouvrage complet au prix de 100 francs (80 Mark) à condition que la souscription sera effectuée d'ici au premier décembre 1894.

Dès ce terme le prix de la carte sera de fr. 137.50 (110 Mark). Les souscriptions s'adresseront à la maison DIETRICH REIMER.

SÉANCE MENSUELLE DU 27 NOVEMBRE 1894.

Présidence de M. G. Jottrand, Président.

Dons et envois reçus. (*Abstraction faite des Périodiques ordinaires.*)

1° De la part des auteurs :

- 1893 **Barata (M.)**. *Sul terremoto di Rimini del 14 aprile 1672*. Extr. in-8°, 8 pages. Roma, 1894.
- 1894 — *Intorno ai recenti fenomeni endogeni avvenuti nella regione Etna*. Extr. in-8°, 23 pages. Roma, 1894.
- 1895 **Bonney**. *On the Sand-grains in Micaceous Gneiss from the St-Gothard Tunnel; and some other Difficulties raised*. Extr. in-8°, 9 pages. London, 1894.
- 1896 **Cayeux (L.)**. *Dualité d'origine des Brèches du Carbonifère franco-belge*. Extr. in-8°, 8 pages. Lille, 1894.
- 1897 — *Sur la présence de restes de Foraminifères dans les terrains précambriens de Bretagne*. Extr. in-4°, 3 pages. Paris, 1894.
- 1898 **Choffat (P.)**. *Revue géologique pour 1891 et 1892. — Espagne et Portugal*. Extr. gr. in-8°, 29 pages. Paris, 1893-94.
- 1899 **de Dorlodot (H.)**. *Rapport sur le Mémoire de M. G. Dewalque " Observ. sur la corrélation des diverses bandes considérées comme frasniennes, par M. Stainier "*. Extr. in-8°, 14 pages. Liège, 1892.
- (1286) **Koenen (A. von)**. *Das Norddeutsche Unter-Oligocän und seine Mollusken-Fauna* Lief. VII. Extr. in-8°, 70 pages, 2 pl. Berlin, 1894.
- 1900 **de Lapparent (A.)**. *L'origine de la Houille*. Extr. gr. in-8°, 47 pages. Bruxelles, 1892.
- 1901 **Mieg (M.)**, **Bleicher** et **Fliche**. *Excursions géologiques en Alsace. Roppentzwiller*. Extr. gr. in-8°, 5 pages. Paris, 1894.
- 1902 — *Contribution à l'étude du terrain tertiaire d'Alsace*. Extr. in-8°, 11 pages. Paris, 1894.
- 1903 **Newton (B.)** and **Harris (G.-F.)**. *A Revision of the British Eocene Cephalopoda*. Extr. in-8°, 13 pages, 1 pl. London, 1894.

- 1904 **Parent (H.)**. *Le Wealdien du Bas-Boulonnais*. Extr. in-8°, 42 pages. Lille, 1893.
- 1905 — *Notes sur les sables du Bois de Fiennes. — Présence du terrain néocomien dans le Boulonnais. — Les Poudingues portlandiens du Bas-Boulonnais*. Extr. in-8°, 11 pages. Lille, 1894.
- 1906 **Prestwich (J.)**. *On the Primitive Characters of the Flint Implements of the Chalk Plateau of Kent*. Extr. in-8°, 24 pages, 4 pl. London, 1892.
- 1907 **Stainier (X.)**. *Matériaux pour la flore et la faune du Houiller de Belgique*. Extr. in-8°, 27 pages. Liège, 1892.
- 1908 **Stapff (F.-M.)**. *Ueber die vorgeschlagene Entlastung des Schneidemühler Bohrlochs durch neue Bohrlöcher*. Extr. in-4°, 5 pages. Essen, 1894.
- 1909 **Van Cappelle (H.)**. *Kaarteerstudiën in het diluvium van Lochem*. Extr. gr. in-8°, 4 pages. Amsterdam, 1892.

2° Extrait des publications de la Société :

- 1910 **Van den Broeck (E.)**. *Matériaux pour l'étude de l'Oligocène belge. — I. Coup d'œil synthétique sur l'Oligocène belge et observations sur le Tongrien supérieur du Brabant*. 1 exemplaire.

Présentation de nouveaux membres.

M. le Dr SPYERS, 84, rue Bréderode, à Anvers, présenté en qualité de membre effectif.

Communications de membres.

1° **M. Ch. Bommer** développe quelques **Considérations sur la valeur des documents paléophytologiques, à propos du gisement wealdien de Braquegnies**, dont il fait parvenir le résumé suivant pour le procès-verbal :

Les végétaux fossiles du gisement wealdien de Bracquegnies sont admirablement conservés pour la plupart ; ils peuvent, le plus souvent, être complètement dégagés de leur gangue sableuse. Il est cependant une circonstance défavorable à leur détermination ; l'état fragmentaire de ces restes végétaux rend leur attribution à un type spécifique, ou même générique, souvent fort difficile.

J'ai été ainsi amené à examiner d'une manière critique la valeur des documents fragmentaires fournis par les gîtes de fossiles végétaux et j'ai reconnu qu'on leur a assigné souvent une valeur beaucoup trop grande, principalement lorsque les végétaux ne sont représentés que par des fragments de leur système végétatif : tiges, feuilles ou racines.

Il faut surtout tenir compte, plus qu'on ne l'a fait jusqu'à présent, des variations qui peuvent se produire dans un même type générique. Ces variations sont de deux ordres : les unes tendent à établir entre les différentes espèces d'un même genre la divergence des caractères ; les autres tendent au contraire à établir entre des genres de familles et même d'embranchements différents des convergences de caractères plus ou moins profondes qui peuvent dérouter le paléontologiste qui n'a le plus souvent à sa disposition que des matériaux ne présentant pas de structure interne conservée.

Les appréciations précédentes, ainsi que des considérations sur la valeur qu'il convient d'attribuer en général aux fossiles végétaux dans la classification des terrains et la connaissance des anciens climats, seront développées dans un travail qui paraîtra ultérieurement dans les Bulletins de la Société.

L'assemblée, après audition de la communication de M. Bommer, décide l'impression aux *Mémoires* de son travail, avec les planches qui l'accompagnent.

2° M. A. Rutot fait une communication dont il a envoyé le résumé ci-dessous :

A. RUTOT. — Essai de détermination de l'âge des couches modernes du littoral belge.

M. Rutot, après avoir établi l'échelle de superposition des couches post-quaternaires constituant le littoral belge, s'est demandé si, en comparant la composition et l'étendue géographique de chaque couche avec les documents historiques nombreux que l'on possède, il ne serait pas possible de dater approximativement chacune des couches.

Il existe en effet un point de départ précieux pour l'établissement de l'âge des couches, c'est la détermination de l'âge de la surface de la tourbe ; cette surface est de l'époque gallo-romaine.

Admettant avec Ant. Belpaire que la couche de tourbe (épaisse parfois de plus de 5 mètres) a demandé environ 2250 ans pour se former, on peut arriver aux résultats suivants :

Alr 1 (1). Sable fin, argileux, avec coquilles marines; premier dépôt formé au-dessus du sable quaternaire flandrien.

Age : de 2500 ans avant J.-C. à 1850 ans après J.-C.

t. Tourbe pure, organique, avec troncs d'arbres. Dépôt continental assez continu sur toute la plaine maritime. Sol sur lequel a marché Jules César.

Age : de 1850 avant J.-C. jusque 400 ans après J.-C.

Alr 2. Dépôt marin. Fines alternances de sable et d'argile grise avec lit à *Scrobicularia* au sommet. Période de tempêtes et d'inondations marines.

Age : de 400 après J.-C. jusque 870.

Alp 1. Première argile des Polders. Argile grise, plastique, avec coquilles marines. Dépôt tranquille de lagune. Période de calme sur la plaine maritime.

Age : de l'an 870 à l'an 1000.

Alq. Sable marin jaune, avec nombreuses coquilles marines, irrégulièrement stratifié. Dépôt d'eaux agitées. Périodes des grandes tempêtes et des grandes inondations désastreuses du moyen âge.

Age : de l'an 1000 à 1570.

Alp 2. Deuxième argile des Polders. Période relativement calme, inondations partielles dans la plaine maritime, dues presque exclusivement à la main de l'homme par ruptures de digues. (Sièges d'Ostende, batailles, etc.)

Age : de 1570 à nos jours.

I.. DOLLO — Les grandes Époques de l'Histoire de la Terre.

Pour satisfaire à la demande d'un certain nombre de membres, l'auteur a résumé, en un tableau, sa communication sur les grandes Époques de l'Histoire de la Terre.

Voici ce tableau :

(1) Les notations géologiques fournies dans cette note sont celles de la *Carte géologique de la Belgique*, à l'échelle du 1/40 000^e.

ORIGINE ET AVENIR DE LA TERRE.

I. PÉRIODE AZOÏQUE (avant l'apparition de de la Vie).	1. Nébuleuse.	
	2. Étoile.	Blanche. Jaune. Rouge.
	3. Planète (Croûte primitive : Gneiss).	
II. PÉRIODE ÉZOÏQUE (début de la Vie).	1. Micaschistes.	
	2. Phyllites.	
III. PÉRIODE EUZOÏQUE (épanouissement de la Vie).	1.	<i>Cambrien.</i>
	Époque paléozoïque.	<i>Silurien.</i>
		<i>Dévonien.</i>
		<i>Permo-Car- bonifère.</i>
	2.	<i>Trias.</i>
	Époque mésozoïque.	<i>Jurassique.</i>
		<i>Crétacé.</i>
	3.	<i>Eocène.</i>
	Époque néozoïque.	<i>Oligocène.</i>
		<i>Miocène.</i>
		<i>Pliocène.</i>
		<i>Pleistocène.</i>
		<i>Holocène.</i>
	Époque martienne.	Plus de continents : archi- pels, comme sur Mars.
IV. PÉRIODE APOZOÏQUE (extinction de la Vie).	1. Satellite.	Plus d'air, ni d'eau.
	2. Météorite.	

SUR LA

TERMINAISON ORIENTALE DE LA CRÊTE SILURIENNE DU CONDOZ

PAR

X. Stainier,

Docteur en sciences naturelles,
Professeur à l'Institut agricole de Gembloux.

Les recherches de M. de Dorlodot ont montré que la bande silurienne du Condroz se prolonge beaucoup plus à l'ouest que ne l'indique la carte d'A. Dumont. Par suite d'une découverte que j'ai faite

pendant le levé de la planchette au 1/20000 de Saint-Georges, je suis en mesure d'affirmer que cette bande se prolonge aussi plus à l'est qu'on ne le croyait jusque maintenant.

Voici comment on peut vérifier ce fait. Lorsque l'on prend la route du pont d'Engihoul à Plainevaux on pénètre bientôt entre deux grands escarpements, où sont en activité plusieurs fours à chaux qui s'alimentent aux bancs du calcaire viséen supérieur, qui décrit ici un beau bassin dont le bord sud est presque vertical et le bord nord faiblement incliné. A côté d'un petit chemin de fer qui monte vers le S.-O. de la route, on voit dans l'escarpement, à l'ouest de la route et contre le premier four à chaux vers le nord, un affleurement de roches siluriennes venant buter contre les bancs peu inclinés du Carbonifère. La coupe est très visible et étant située dans un endroit très accessible, je m'étonne qu'elle n'ait pas encore été signalée. Les roches siluriennes sont constituées par du schiste d'un vert très sombre avec de petits bancs d'un psammite noduleux micacé.

Au premier abord j'avais pris ces roches pour du schiste famennien, mais elles s'en distinguent assez aisément par leur texture plus cristalline, plus phylladeuse et plus dure. Leur stratification, très brouillée, paraît être inclinée de 65° au sud. La faille qui les met en contact avec le calcaire est très obscure et paraît avoir la même inclinaison au sud. Exactement vis-à-vis de ce point, de l'autre côté de la route, et à peine à 60 mètres de là, on voit, au nord du four à chaux, le Calcaire carbonifère en contact, par une faille, avec une grosse masse de dolomie probablement carbonifère. Ce fait montre que la structure de la région doit être très compliquée. J'ai d'ailleurs pu me convaincre par mes levés que la structure de la région située entre Engis, Hermalle, Ramet et Chokier est représentée d'une façon fort inexacte sur la carte d'A. Dumont, qui d'ailleurs ne concorde pas elle-même avec les notes de voyage de l'illustre géologue. C'est ainsi que A. Dumont note dans les termes suivants l'existence du Silurien sur la rive gauche de la Meuse entre Basse-Awirs et Chokier : « En se dirigeant vers le château de Chokier on a vu le long du chemin de fer dans un vignoble du schiste hundsruickien. Des quartzites et des schistes gris-verdâtres ahriens, des psammites et des schistes rouges et verts de l'étage quartzoschisteux eifelien. Direct. 175°. Il paraît être en stratification concordante avec le système ahrien. Le calcaire eifelien. » (1).

(1) Notes de voyage, n° 6903 pl. Saint-Georges. Malheureusement ce n° n'est pas reporté sur la carte qui accompagne ces notes de voyage ; on ne peut donc repérer ces points d'observation que par déduction.

Si l'on interprète cette observation d'après notre classification actuelle on voit facilement que les roches hundsruckiennes et ahriennes (?) correspondent à notre Silurien; que les psammites et les schistes rouges du quartzo-schisteux eifelien correspondent à notre assise du poudingue de Naninne, et le calcaire eifelien à notre Frasnien. Dans l'état actuel des lieux, il n'est plus possible de vérifier les observations de A. Dumont, mais mes levés les rendent hautement vraisemblables. Un point à noter très important c'est que la direction indiquée par A. Dumont pour ces roches correspond absolument à la direction que j'ai observée pour les roches calcaires sur lesquelles repose le château de Chokier. Ce fait montre 1° que le Silurien se prolonge vers l'est sous les alluvions de la Meuse jusque vis-à-vis du château de Ramioulle; 2° que ce Silurien fait partie, comme les roches du château de Chokier, d'un massif compris entre la faille de Seraing au nord et la faille d'Ivoz (ou une faille parallèle) au sud. Tels sont les faits que nous avons observés; il nous reste maintenant à voir les déductions que l'on peut en tirer au point de vue général.

Tout d'abord on ne peut plus considérer la faille eifélienne comme étant dans le prolongement de la bande silurienne du Condroz. Nous venons de voir que cette bande silurienne se poursuit, en effet, plus loin que l'extrémité ouest de la faille eifélienne et vient coïncider avec la faille de Seraing et la faille d'Ivoz. Par conséquent on ne peut plus, comme par le passé, se servir de la faille eifélienne pour délimiter vers l'est le bassin de Namur d'avec le bassin de Dinant. On devra recourir pour cela à l'une ou l'autre des deux failles précitées, d'ailleurs parallèles entre elles, et dont la direction va toujours en s'écartant de plus en plus de celle de la faille eifélienne vers l'est.

Or la question de la prolongation et de la direction vers l'est de la crête anticlinale du Condroz présente une grande importance pratique pour le Limbourg Hollandais et la Prusse Rhénane au point de vue de la recherche de nouveaux bassins houillers. On sait, en effet, que les grandes directions de soulèvement peuvent se prolonger très loin. Tel est le cas notamment pour la crête silurienne du Condroz. Très marquée en Belgique, elle se continue vers l'ouest et à travers la France par des accidents remarquables, disparaît dans le sud de l'Angleterre sous des dépôts plus récents et reparaît enfin dans le Somersetshire, où elle est représentée par une crête anticlinale : les Mendips Hills. Au nord de celles-ci on trouve comme chez nous des failles de refoulement remarquables qui, à Vobster et ailleurs, ont amené le Calcaire carbonifère jusque sur le Houiller supérieur du bassin de Bristol. Au sud des Mendips, on trouve une région formée, comme chez nous le Condroz, d'une série de voûtes et de bassins.

Si l'on peut retrouver aussi loin vers l'ouest et avec une pareille constance de caractères la crête du Condroz, il n'y aurait rien d'impossible à ce qu'elle se prolongeât aussi très loin vers l'est, où sa présence pourrait jouer un grand rôle.

Il importait donc de bien fixer la direction de ce prolongement possible. Comme nous l'avons dit plus haut, cette direction est donnée par la zone houillère qui se trouve entre la faille de Seraing et la faille d'Ivoz, zone qui présente aussi une allure anticlinale et qui porte sur les coupes du travail de M. J. de Macar, le nom de « Selle centrale ».

Quant à la relation qui existe entre cette crête du Condroz et les accidents remarquables qui limitent vers le sud notre grande zone houillère franco-belge, on voit que tout en étant très étroite, elle ne l'est pas autant qu'on le croyait jadis. On admettait en effet que la Grande faille ou faille du midi du Hainaut se prolongeait le long de la crête silurienne pour venir se rejoindre à la faille eifélienne de Liège.

Déjà M. de Dorledot avait montré que, dans la région de Namur, il n'y a pas de faille dans la position indiquée. On sait aujourd'hui qu'entre Chatelet et Floreffe la faille de refoulement (faille d'Ormont) marche plus ou moins parallèlement à la crête du Condroz, mais assez bien au nord de celle-ci. Puis cette faille disparaît, pour reparaître aux environs d'Andenne (faille de Bousale) pour disparaître de nouveau. Quant à la faille eifélienne, elle vient s'embrancher sur la crête du Condroz, mais cette fois au sud de cette crête, à Clermont-sur-Meuse.

NOUVELLES ET INFORMATIONS DIVERSES

Causes de l'extension des glaciers dans les temps anciens.

Il est aujourd'hui démontré qu'à une époque très voisine de la nôtre, les glaces ont couvert, dans l'hémisphère boréal, une surface de plus de 20 millions de kilomètres carrés, soit la septième partie de la superficie des continents. Pour expliquer une telle accumulation, il a longtemps paru nécessaire de faire intervenir des phénomènes astronomiques, tels que les variations de l'excentricité terrestre et la précession des équinoxes, ayant pour effet de placer périodiquement l'un des deux hémisphères dans une condition particulièrement défavorable au point de vue de la température. C'est cette conception qui a été développée avec de grands détails, en Angleterre, par M. James Croll.

Cette hypothèse se heurte à de graves objections, et l'un de ses moindres inconvénients est de nous obliger à remonter à plus de deux cent quarante mille ans en arrière pour rencontrer un ensemble de circonstances capable de produire le

refroidissement exigé. Mais, en outre, il est une observation d'ordre géographique qui suffit, à elle seule, pour renverser l'hypothèse.

Si l'extension des glaciers était due à une cause de refroidissement extérieure au globe, cette cause se serait fait sentir également, pour une même altitude, le long d'un même parallèle. Peut-être y aurait-il eu des variations d'intensité tenant à l'abondance des chutes de neige; mais le phénomène n'eût jamais été localisé.

Or, l'examen des cartes des anciens glaciers montre que le *terrain erratique*, déposé par eux, occupe une sorte de demi-cercle dont le centre est situé dans l'Atlantique; que la limite de ce terrain est formée par une courbe qui, en Amérique, va des mers polaires à New-York, sans toucher les montagnes Rocheuses et, en Europe, remonte de Kiew et de Moscou à la mer Glaciale, sans atteindre le pied de l'Oural; de sorte que l'immense territoire de la Sibérie est complètement exempt de cette couverture erratique, et cela même au voisinage du Pacifique.

Ainsi le phénomène est absolument coordonné autour de l'axe de l'Atlantique nord. C'est donc dans l'histoire ancienne de cet océan qu'il convient de chercher s'il ne s'est point passé quelque fait qui ait pu accroître considérablement les chutes de pluie et de neige, et par suite faire naître de grands glaciers dans les latitudes froides de notre hémisphère. Or, la géologie est aujourd'hui assez avancée pour permettre de reconstituer, dans ses grands traits, l'histoire de l'Atlantique.

Pendant les âges primaires, il existait un continent boréal qui, baigné au nord par une mer polaire, reliait la Scandinavie à l'Amérique. Son rivage méridional avançait peu à peu au sud par de nouvelles conquêtes de la terre ferme et, à la fin des temps carbonifères, ce rivage devait aller à peu près du Texas au bord septentrional de la Méditerranée actuelle.

Ce continent boréal a subi ultérieurement bien des vicissitudes. Des brèches se sont ouvertes dans sa masse, qui ont réduit son extension vers le sud. Puis, un jour, une première fente transversale a rompu sa continuité, en établissant pour la première fois une communication entre l'océan polaire et les mers du sud. Cette fente paraît s'être produite vers la fin de l'ère tertiaire. En effet, pendant la dernière partie des temps dits *miocènes*, les mêmes polypiers, et autres organismes incapables de se propager au loin, florissaient aux Antilles et en Sicile. Il fallait donc qu'entre ces deux régions il y eût, ou un rivage continu, ou des îles assez rapprochées pour permettre cette migration. D'ailleurs, l'absence de tout dépôt marin du tertiaire supérieur, soit sur la côte nord-est des États-Unis, soit sur les rivages occidentaux de l'Écosse, indique bien qu'alors la mer ne baignait pas ces régions. Enfin, jusqu'à l'époque en question, la faune marine tertiaire, aux Antilles comme dans la Méditerranée, comprenait uniquement des espèces de mers chaudes.

Or, vers la fin des temps miocènes, des espèces septentrionales ont commencé à se montrer, non seulement en Aquitaine, mais en Italie et jusque dans le bassin de Vienne. Ces espèces avaient pénétré dans les régions méditerranéennes par le détroit, situé entre la Cordillère bétique et la Meseta ibérique, qui occupait la place du Guadalquivir actuel. Ainsi, déjà l'influence septentrionale se faisait sentir par endroits dans les anciennes mers chaudes. Cependant, ce n'était pas encore une faune franchement arctique. Cette dernière, arrivant par le détroit de Gibraltar, nouvellement formé, s'est montrée au début de la période dite *pliocène*, alors que la cyprine d'Islande et autres coquilles des mers circumpolaires ont réussi à envahir la Méditerranée, où d'ailleurs elles n'ont pu se maintenir jusqu'à nos

jours. C'est donc à ce moment que la grande brèche atlantique s'est ouverte et que, pour la première fois, les mers glaciales sont entrées en libre communication avec celles du midi.

A partir de ce moment, cette brèche n'a fait que s'accroître, non seulement par l'érosion marine, mais par l'écroulement des anciennes terres atlantiques, écroulement préparé, dès les temps tertiaires, par les grandes fissures qui servaient de voie d'éruption aux basaltes de l'Irlande, des Hébrides et de l'Islande. De tout cela il n'est resté que les Açores, et le haut fond dont les sondages accusent l'existence dans l'axe de l'Atlantique nord, avec épanouissement du côté des Bermudes. Ainsi, l'on peut dire que le grand fait géographique qui a marqué la fin de l'ère tertiaire et le début de l'ère moderne, est la disparition définitive de l'ancienne terre qui reliait l'Europe à l'Amérique.

Or, pour qui connaît l'influence considérable que la distribution relative des terres et des mers exerce sur le régime des courants d'air et sur leur richesse en humidité, il est facile de comprendre le trouble que cet écroulement a dû apporter dans les conditions météorologiques des régions atlantiques. Si, de nos jours, la transition du régime d'été au régime d'hiver suffit, en intervertissant les centres de pression et de dépression, pour provoquer les tempêtes d'équinoxes, combien les chutes de pluie et de neige n'ont-elles pas dû être aggravées, d'abord par le libre afflux des eaux polaires dans les régions chaudes, ensuite par la constante instabilité des terres en voie d'écroulement !

Il serait prématuré de vouloir, dès aujourd'hui, préciser les détails du phénomène. Ce qui nous importe, c'est d'avoir démontré l'existence de *causes géographiques* capables, à elles seules, de produire une notable aggravation des neiges, en plaçant toutes les régions du pourtour atlantique dans des conditions analogues à celles qui, de nos jours, règnent au Groenland, et suffisent pour infliger à ce pays un état glaciaire infiniment plus sévère que celui des terres plus voisines du pôle. D'ailleurs, les alternatives de chutes et de relèvements qui ont inévitablement précédé l'écroulement définitif, expliqueraient les phases du phénomène, c'est-à-dire la succession bien constatée de deux ou trois périodes d'avancement des glaces, séparées par des intervalles *interglaciaires*.

En résumé, c'est l'hypothèse de l'*Atlantide*, débarrassée des légendes dont l'imagination de nos pères l'avait entourée, et, en revanche, étayée sur des arguments géologiques dont on ne saurait méconnaître la portée. Ajoutons que beaucoup d'autres raisons, tirées de la zoologie et de la botanique, militent en faveur de cette hypothèse. Ainsi, M. de Saporta reconnaît, dans la distribution des végétaux, les preuves d'une liaison entre l'Europe et l'Amérique, liaison qui aurait subsisté jusque vers la fin des temps tertiaires; de sorte qu'aujourd'hui, c'est en Amérique qu'il faut chercher le développement complet de certains groupes de plantes dont il ne reste plus en Europe que de rares survivants sporadiques (1).

A. DE LAPPARENT.

(1) *Comptes rendus* des séances de la Société de géographie de Paris, 1894, n° 1. — Voyez aussi la *Revue des questions scientifiques*, n° d'octobre 1893.

Les ouragans de poussière dans la Russie méridionale.

Le sud de la Russie est très souvent éprouvé par des ouragans de poussière qui enlèvent la couche supérieure du sol et sont une vraie calamité locale. De pareils tourbillons ont été notamment observés aux mois d'avril et d'août 1892 et en janvier et avril 1893.

Les *chasse-poussière* du mois d'avril 1893 se sont signalés par une force toute particulière et, grâce au réseau météorologique très serré du sud-ouest de la Russie, créé par M. A. Klossovsky, professeur à l'Université d'Odessa, il a été possible de recueillir de nombreuses et intéressantes observations sur ces phénomènes et d'en étudier la morphologie et les différentes particularités. On a pu également faire l'analyse microscopique et chimique de la poussière portée par le vent, poussière qui enveloppait tout l'ouest de la Russie comme d'un brouillard épais et sec.

Dans le courant de cette période, si désastreuse pour le cultivateur, les tourbillons de terre se sont renouvelés par poussées à trois reprises; le second coup, celui des 29 et 30 avril, a été surtout intense. Ces poussées prenaient naissance sur le littoral de la mer d'Azov; elles étaient accompagnées de vents d'est très forts et d'une répartition très caractéristique de la pression barométrique: à l'est de la Russie, une aire de hautes pressions; au sud, dans les parages de la mer Noire, un cyclone qui avançait lentement. Les tourbillons occupaient la limite de l'aire à hautes pressions et du cyclone. Une pareille distribution des zones barométriques en hiver occasionne généralement des ouragans sur la mer Noire et des chasse-neige sur les lignes des chemins de fer sud-ouest.

Plus de trois cents descriptions très détaillées sont parvenues à M. Klossovsky de la part des observateurs. Les relations des Cosaques du Don, des districts nord du gouvernement de Tauride, de celui d'Iékaterinoslav et, en partie, de celui de Pultava, présentent des tableaux frappants du désastre occasionné par les vents d'est, qui ont sévi dans ces régions avec une force extraordinaire; ces récits montrent l'agriculteur dans la plus complète impuissance en présence de la calamité qui le frappe: " Un vent d'est, sec et intense, dit l'un d'eux, arrachait le sol et chassait des masses de sable et de poussière; il mugissait, hurlait, renversant et emportant avec une violence incroyable tout ce qu'il rencontrait sur son passage; les semailles jaunies au contact de l'air étaient coupées à la racine comme par le tranchant de la faucille; bientôt les racines mêmes ne résistaient plus: le vent les enlevait avec la terre; les herbes folles ou adventives n'étaient pas non plus épargnées; desséchées, elles étaient déracinées à leur tour. Le sol était enlevé sur une épaisseur de 1/4 d'archine (18 centimètres environ) et le sous-sol se trouvait entièrement à découvert. Les champs veules et bien fertilisés furent le plus éprouvés; leur aspect faisait mal à voir et poussait à de tristes réflexions: c'était une sorte de désert; les emblavures, toutes verdoyantes peu auparavant, étaient transformées en plaines noires et ravagées; on aurait dit que le feu avait passé dessus. Dans la partie centrale du district de Berdiansk (gouvernement de Tauride), de grands dégâts furent aussi constatés. Toutefois, une bande de terre large de 4 à 5 verstes (1), le long du littoral de la mer d'Azov, échappa, comme par miracle, au désastre, mais à mesure qu'on s'éloignait du littoral, les champs devenaient de plus en plus tristes. Dans bien des endroits, les semis avaient été battus et arra-

(1) La verste équivaut à 1066 mètres.

chés; des tas considérables de poussière s'étaient formés çà et là, surtout dans les endroits plats et peu élevés, de même que le long des murs et des buissons; ces entassements atteignaient quelquefois la hauteur d'une sagène et demie (un peu plus de 3 mètres); tous les ravins étaient comblés de poussière; partout on voyait des traces de dévastation, et les villageois faisaient dire des prières, afin de conjurer l'effroyable fléau. Rien que dans le district de Berdiansk, 90 000 déciatines (plus de 500 kilomètres carrés) de céréales furent entièrement détruites.

Tel fut le caractère des ouragans dans la partie est du Dniéper, sur le littoral de la mer d'Azov, dans le gouvernement d'Ékatérinoslav et, en partie, dans celui de Pultava; plus loin, à l'ouest et au nord-ouest, ils perdirent leur trait distinctif: celui d'arracher la terre en la réduisant en une fine poussière dont ils imprégnaient l'air; finalement, ils se transformèrent en légers brouillards formés encore de poussière, mais raréfiée; ces brouillards enveloppèrent tout l'ouest de la Russie et, vers le commencement de mai, du 1^{er} au 3, se diluèrent pour ainsi dire jusqu'à Pétersbourg, la Finlande, la Suède et le Danemark.

Ce brouillard de poussière ressemblait — selen l'expression très juste de M. Poproujenko, qui, avec M. Klossovsky, en a fait l'étude — à une comète dont le noyau aurait été formé des ouragans de poussière, tandis que la queue aurait représenté les mêmes masses raréfiées.

Un examen attentif des conditions de ces ouragans amène à y remarquer une certaine période diurne: le brouillard de poussière apparaît ordinairement à l'est de l'horizon de grand matin; il atteint vers 1 ou 2 heures de l'après-midi sa plus grande intensité et se dissipe vers le soir. Ceux observés en 1893 apparaissaient en moyenne à 7 h. 40 m. du matin, atteignaient à 2 heures de l'après-midi leur point culminant et disparaissaient à 7 h. 10 m. du soir; toutefois, dans bien des localités, le phénomène persistait jusque dans la nuit. Un des observateurs du territoire des Cosaques du Don dit que l'enlèvement de la terre par les ouragans s'effectuait en bandes irrégulières, ce qui prouverait l'existence d'un mouvement tourbillonnaire dans ces ouragans, et que, par une atmosphère transparente, la poussière, après s'être élevée au-dessus de ces bandes (dont une large d'une verste et demie), très tôt le matin, planait jusqu'au coucher du Soleil; on a pu constater quatre zones de brouillards semblables, tandis que les intervalles qui les séparaient présentaient une atmosphère parfaitement sereine. Un autre observateur écrit du district de Berdiansk (gouvernement de Tauride): " En examinant notre steppe, je suis arrivé à croire que l'ouragan était formé d'une multitude de tourbillons qui avançaient par groupes parallèles (1). Ces tourbillons étaient de petites dimensions, mais fort rapides; c'est ce qui expliquerait le fait que les champs présentaient tantôt des sillons entièrement dénudés, tantôt des espaces parfaitement intacts, malgré les mêmes conditions orographiques; je suppose que ces derniers occupaient une situation neutre entre deux groupes de tourbillons parallèles qui avançaient, pour ainsi dire, de front, étant séparés par une zone d'accalmie. „ Plusieurs autres observations signalent également l'existence d'un mouvement rotatoire dans les ouragans de poussière.

Un observateur du district de Mélitopol, gouvernement de Tauride, rapporte: " Les ouragans de poussière n'ont point porté préjudice aux blés dans nos parages;

(1) Il est intéressant de rapprocher cette observation de celle faite au sommet du mont Blanc par M. Vallot, et sur laquelle M. Lancaster a appelé récemment l'attention.

mais, au sud de notre localité, à huit verstes de distance, l'ouragan avait tout le caractère d'un tourbillon qui, sur son passage, balayait et déracinait tous les semis par bandes; parfois un espace large de 20 à 30 sagènes était entièrement dévasté, tandis qu'un autre, tout à côté, était resté intact et verdoyant; même phénomène à 15 verstes au nord de notre commune et au delà. „ Cet observateur a envoyé un plan général de la disposition des espaces détruits ou épargnés par les tourbillons, plan où l'on voit que la bande des emblavures épargnées, large de vingt-trois verstes, s'étend dans la direction ENE.-WSW.

Au gouvernement d'Iékatérinoslav, même phénomène : 4 à 5 zones parallèles absolument dévastées, séparées par des terrains verdoyants.

M. Barybine envoie de Pultava la relation suivante : “ La formation des grands tourbillons coniques s'est fait particulièrement remarquer le long des routes, au mois d'avril, souvent par un calme presque absolu; dans des cas de vent, cet élément venait aviver des tourbillons, qui alors atteignaient des proportions gigantesques et parcouraient des distances considérables. „

La poussière recueillie par le prêtre Dolinsky, à Zagnitkof (commune du district d'Olgopol, gouvernement de Podolie), a été soumise à l'analyse pétrographique et chimique dans les laboratoires de l'Université d'Odessa, par MM. Sidorenko et Némirovsky. Voici les résultats de l'analyse pétrographique :

Cette poussière, à l'état sec, est une poudre d'un gris foncé, à menus grains, frottant le verre au contact; humectée d'eau, elle devient plus foncée, ce qui y indique la présence de l'humus. Dans cet état, elle possède l'odeur caractéristique de l'argile. Sous l'action de l'acide muriatique, une forte effervescence s'y détermine, — indice de la présence des carbonates; à la calcination, elle se fait d'abord plus foncée, grâce à la carbonisation de ses substances organisées, mais, après leur combustion, sa couleur est rouge brun. L'examen à l'œil nu y fait découvrir une grande quantité de substances organisées d'origine végétale et animale : menus grains, brins de tiges, de racines et d'autres parties de plantes, éclats de coquilles, poils d'animaux, cheveux d'homme, etc., et une quantité de grains blancs microscopiques; ces derniers ont été séparés et soumis à l'analyse chimique, d'après laquelle ce seraient des particules calcaires qui, justement, ont déterminé l'effervescence de la poudre par le dégagement de l'acide carbonique. La poudre, examinée à la loupe, outre les ingrédients susmentionnés, se compose de grains de quartz et de substances organiques brun-roux et noires, disséminées dans la masse générale.

L'examen microscopique de cette poussière montre qu'elle est généralement formée de granules de quartz avec un mélange peu considérable de globules d'argile, réunis à des substances organiques, des résidus organisés de différentes natures et à divers degrés de décomposition, plus des grains de carbonate de chaux et de feldspath.

Les grains de quartz sont d'une forme irrégulière, aux contours arrondis; beaucoup sont mats, les plus gros surtout; ils sont rarement incolores; la majorité, colorée par l'hydrate de fer, représente les différentes teintes du jaune et du rouge-brun; quelques-uns, mais ce sont les moins nombreux, sont jaunes ou jaune-vert. Il est à supposer que ces dernières couleurs sont dues à la coloration, par le fer, au vert de phosphate. La présence des substances organisées, à différents degrés de décomposition, y permet de voir une source de l'acide phosphorique dans son alliage avec le fer, abondamment répondu dans les grains de quartz sous forme d'hématite. La couleur rouge-brun que la poussière gagne à la calcination s'ex-

plique par l'évaporation de l'eau de l'hydrate de fer, qui devient, de cette manière, de l'oxyde rouge anhydre. Ainsi donc, au résumé, cette poussière gris foncé recueillie à Zagnitkof a la composition d'un terrain dont les substances intégrantes, ou une partie de ces substances, seraient soulevées et entraînées par le vent.

Un autre échantillon de poussière, recueilli par M. Dobrovolsky à Melnitzky (commune du district de Koval, gouvernement de Volhynie), était un peu humide et avait l'odeur caractéristique de l'argile; elle était douce au toucher, formait facilement des globules et s'attachait au papier sur lequel elle se trouvait. Si l'on secouait faiblement ce dernier, les globules s'en détachaient en laissant le papier couvert de petites taches jaunes d'une forme irrégulière.

La poussière en masse, vue à la loupe, était formée de globules ayant l'aspect de prismes polygonaux, d'une forme irrégulière, qui reproduisaient parfaitement les petites colonnes polyédriques que recèle dans le sud de la Russie, en se desséchant, le loess emporté et déposé dans les lieux bas par les eaux atmosphériques.

D'après la couleur, le caractère et la composition de cette poussière argileuse, on peut conclure qu'elle présente une formation éolienne, de la nature du loess, ce dernier formant généralement le sous-sol naturel au sud et au sud-ouest de la Russie. On peut donc présumer que le vent ayant balayé le sol, le sous-sol, c'est-à-dire le loess, a été mis à nu et a fourni, à son tour, la poussière des tourbillons; au gouvernement de Volhynie, dont la commune Melnitzy fait partie, le loess est une des roches les plus répandues.

La poussière envoyée de Zagnitkof, gouvernement de Podolie, étant humectée d'eau et soumise à l'action de l'acide muriatique (pesanteur spécifique, 1.2) se dissout, mais d'une manière imparfaite, en dégageant l'acide carbonique. Cette solution renferme du fer, de l'aluminium et du calcium. Le résidu indissoluble dans l'acide muriatique rappelle par son aspect le loess avec des traces de grains végétaux. L'argile a été décomposée au moyen de la fusion avec le carbonate de kalinatrium et l'analyse y a découvert la présence du fer, de l'aluminium, du calcium et des traces de magnésium. Les alcalis n'ont pas été déterminés.

Ainsi donc ladite poussière est un mélange de pierre calcaire et d'argile. L'analyse du second échantillon de poussière a été faite au moyen du même procédé. L'analyse qualitative a démontré que les deux échantillons sont identiques, c'est-à-dire que dans la quantité dissoute à la faveur de l'acide muriatique, le dégagement de l'acide carbonique n'a pas tardé à s'effectuer; la présence de l'aluminium, du fer et du calcium a été également constatée; quant à la partie de la poussière qui n'a pas été décomposée par l'acide, semblable à l'argile grise, elle renfermait aussi des grains végétaux, et étant fondue avec le carbonate du kalinatrium, elle a révélé la présence de l'acide silicique, de l'aluminium, du fer (petite quantité), du calcium et des traces de magnésium (1).

(D'après A. KLOSSOVSKY.)

(1) Extr. *Ciel et Terre*, XV^e année, N^o 23, p. 559-566.

SÉANCE DE GÉOLOGIE APPLIQUÉE

DU 11 DÉCEMBRE 1894

Présidence de M. G. Jottrand, président.

Les procès-verbaux des précédentes séances de mai à novembre 1893, parus dans le fascicule distribué aux membres, sont adoptés.

Un errata sera joint au compte rendu de l'excursion dans les calcaires de M. le capitaine Willems, pour ce qui concerne certaines données relatives aux puits de Purnode.

Élection de nouveaux membres.

Est admis en qualité de membre effectif :

M. le docteur F. SPYERS, 84, rue Brederode, à Anvers.

Sont admis en qualité de membres associés :

MM. PAUL, MAURICE et JULES VAN YSENDYCK, 109, rue Berckmans, à Saint-Gilles-lez-Bruxelles.

Communications des membres.

1^o E. VAN DEN BROECK. **Quelques mots au sujet de la différence d'étendue des bassins hydrographiques souterrain et superficiel alimentant les sources de la vallée du Hoyoux.**

M. *Van den Broeck* fait, en s'aidant de cartes géologiques, une communication qui a pour but de répondre à « l'Examen hydrologique des bassins du Hoyoux et du Bocq », présenté par M. *Th. Verstraeten*, à la séance du 17 avril 1894.

Dans son étude, M. *Verstraeten* a montré, par des faits précis et, d'ailleurs indiscutables, que les prévisions qu'avaient fait naître les évaluations et les jaugeages, d'abord faits par M. *Van Hoegaerden*, châtelain de Modave et auteur du projet de dérivation des sources de cette localité, ensuite par la Commission gouvernementale instituée pour l'étude du projet, étaient extraordinairement optimistes. Il a montré aussi que le débit primitivement annoncé et admis ensuite, non sans restrictions cependant, par la Commission gouvernementale, était absolument exagéré. On arrivait, en effet, à des chiffres anormaux

de 11 m³ à l'hectare-jour, alors que dans des bassins favorables, en terrains meubles et filtrants et à couches aquifères très régularisantes on ne dépasse guère, d'après M. Verstraeten, 4 m³ au plus.

M. Verstraeten ajoute dans le dit travail : « Outre les déclarations extraordinairement optimistes de la Commission gouvernementale, nous avons les assurances fournies par les géologues MM. Rutot et Van den Broeck, qui, pour justifier la grandeur exceptionnelle des débits annoncés, affirmaient que de la disposition géologique des lieux il résultait que le bassin hydrographique des calcaires (traversés par le Hoyoux) est infiniment plus étendu que le bassin superficiel de la vallée du Hoyoux; que tel était le motif précis, incontestable de l'énorme quantité d'eau que déversent les sources qui, comme celles de Modave, constituent le déversoir naturel d'un gigantesque système de drainage souterrain et estimaient que le bassin d'alimentation du Hoyoux et des sources de Modave est en réalité plus que doublé relativement à la surface du bassin hydrographique superficiel. »

Or M. Verstraeten, en démontrant que les jaugeages d'autrefois avaient donné des résultats exagérés et que n'ont nullement confirmé les observations systématiques ultérieures, croit-il avoir infirmé, demande M. Van den Broeck, la thèse défendue par MM. Rutot et Van den Broeck au sujet de l'extension souterraine du bassin bien au delà de ses limites apparentes à la surface ? Nullement, et c'est ce que M. Van den Broeck établit nettement, non à l'aide d'hypothèses et de considérations théoriques, mais en s'appuyant sur des faits précis, basés sur la constitution géologique, bien connue, de la région. Il exhibe une esquisse géologique de la région du Hoyoux et des bassins voisins, carte qui, synthétisant le résultat de levés détaillés au 1/20.000^e, montre, sans contestation possible, que les bandes calcaires qui s'étendent en amont des sources de Modave et contribuent à leur alimentation, s'épanouissent aussi latéralement, surtout dans la région du S.-E., bien au delà des limites du bassin hydrographique superficiel. Ces extensions calcaires qui sont, comme généralement partout dans le calcaire, très *absorbantes* dans leur ensemble, ne peuvent conduire les eaux ainsi emprisonnées, que vers le réseau hydrographique calcaire et souterrain du Hoyoux, qu'elles contribuent ainsi à alimenter par circulation du sous-sol, à l'aide des cassures, fentes ou diaclases de la roche, où l'action chimique dissolvante tend à créer et à développer des communications de plus en plus aisées. Comme ces extensions calcaires, ainsi prolongées sur et sous le territoire du bassin hydrographique superficiel des rivières voisines, reposent *invariablement* sur un substratum schisteux *imperméable*, qui se relève à mesure qu'on s'éloigne du Hoyoux,

il est clair que l'eau est matériellement forcée, nonobstant les crêtes et lignes de partage de la surface — qui n'ont plus aucune influence sur la marche souterraine des eaux — d'alimenter le grand réservoir calcaire, profondément coupé par la vallée du Hoyoux, et dont le trop plein est représenté par les sources de Modave.

Aucun raisonnement ne prévaudra contre cette vérité, que la simple lecture rationnelle de la constitution géologique, fournie par la carte, montre inattaquable dans ses bases.

Quelle est la valeur absolue et hydrologique de ce réservoir? Voilà l'inconnu, et c'est ce que les jaugeages seuls peuvent aider à déterminer, fournissant ainsi une donnée qui, combinée avec la valeur de la chute pluviale annuelle et le degré de perméabilité du sol, est la résultante du nombre et de l'importance des canaux de communication.

Certes, lorsqu'on a erronément annoncé que la région envisagée pourrait fournir le chiffre étonnant de 11 m^3 à l'hectare-jour, on était forcément amené à attribuer à ce dispositif de drainage souterrain, extérieur au bassin superficiel, une importance exagérée. Mais à qui la faute? non pas à la thèse géologique qui est vraie, incontestable, mais à ceux qui ont produit les résultats de drainages non exacts et qui, à cette époque, constituaient les seules bases d'appréciation. Aujourd'hui qu'il est reconnu que le *minimum* du rendement de l'hectare-jour, dans le bassin du Hoyoux est — suivant M. Verstraeten — de 5 m^3 (1), on est amené à mieux apprécier la proportion réelle de

(1) Il est à noter que ce rendement *minimum* de 5 m^3 à l'hectare-jour, en période sèche prolongée, est la conséquence, dans les évaluations de M. Verstraeten, d'une *série de réductions* qu'il fait subir aux chiffres réels des jaugeages par empotement, qu'il admet comme rigoureux et qui ont été faits en 1892 et en 1893, en vue de montrer le peu d'exactitude des anciens jaugeages de 1887 à 1890, effectués par le système dit « par déversoirs ».

En effet, la Société intercommunale a trouvé, en jaugeant par empotement la région supérieure du Hoyoux (au confluent du ruisseau Saint-Pierre), soit un bassin dont la superficie totale est de 16.550 hectares, dont 11.120 de calcaire, un débit minima par 24 heures, qui s'est élevé à $103 \text{ m}^3.60$ en 1892 et à $95 \text{ m}^3.90$ en 1893. Ceci revient à produire un rendement réel à l'hectare-jour de $6 \text{ m}^3.26$ pour le total du bassin et de $9 \text{ m}^3.40$ pour la surface calcaire pendant l'année 1892, rendements réduits à $5 \text{ m}^3.80$ pour l'ensemble du bassin et à $8 \text{ m}^3.62$ pour sa surface calcaire en 1862, année encore un peu plus sèche.

De même, le débit du Hoyoux, observé en 1892 par déversoir encore, il est vrai, mais avec plus de soin, dit M. Verstraeten, a fourni à l'Intercommunale, pour le bassin hydrographique de la rivière — bassin dont la superficie totale est 24.675 hectares, dont 13.870 de superficie calcaire — un débit journalier minima de $139 \text{ m}^3.60$; soit un rendement à l'hectare-jour de $5 \text{ m}^3.66$ pour l'ensemble du bassin et 10 m^3 pour sa surface calcaire.

cette influence de drainage souterrain supplémentaire, en dehors des limites géographiques du bassin hydrographique superficiel. Cette influence n'est d'ailleurs pas niable, puisque, de l'aveu de M. Verstraeten lui-même, le débit minimum, en période sèche, pour le rendement de l'hectare-jour dans la région en amont de Modave, dépasse *notamment* celui des régions *les plus favorisées dans les bassins meubles et typiquement perméables*.

Le chiffre minimum de 5 m^3 est, en effet, considérable quand on le compare au rendement unitaire, en période aride, des régions telles que les Deux-Nèthes ($1^{\text{m}33}$), la Meuse à Namur ($1^{\text{m}34}$) et l'entre-Senne-Dyle et Geete (de 2 à 4 m^3), sans parler des régions telles que l'Ardenne quartzo-schisteuse, la région de la Lys et de l'Escaut, à Gand, et celle du Demer, à Diest, où le dit rendement à l'hectare-jour est inférieur à 1 m^3 . (Il est à noter que ces chiffres sont fournis par M. Verstraeten lui-même, p. 142 de son travail précité.)

Certes il tombe un peu plus d'eau dans la région du Hoyoux que dans le Brabant, et le sol y est plus absorbant, sur le calcaire du moins; mais ce ne sont pas les seules raisons qui amènent cette grande majoration de débit, dont la cause principale doit rester acquise à la

Pour pouvoir réduire ces chiffres, acquis et non discutés, M. Verstraeten se base sur ce fait que la période sèche 1891 à 1893 a fourni, d'après les relevés de l'Observatoire, 6 % d'eau pluviale en moins que les années 1862 à 1864, par exemple, classique période de grande sécheresse. Il ajoute que des périodes sèches de plus de trois années peuvent encore se présenter et amener un pourcentage supplémentaire de réduction, qui l'amènent à admettre pour le Hoyoux un produit de $5^{\text{m}3.26}$ l'hectare-jour.

C'est de correction en correction que, partant du produit réellement constaté de $6^{\text{m}3.26}$ en 1892 et de $5^{\text{m}3.50}$ en 1893 pour les sources et débit du Hoyoux, au confluent du ruisseau de Saint-Pierre, que M. Verstraeten arrive, par des diminutions successives, au chiffre minimum absolu de 5 m^3 qui, comme on le voit, est bien inférieur au rendement normal à l'hectare-jour pour les sources de ces régions. Dans la région du Bocq le rendement de la région calcaire est d'une élévation plus grande encore que celui des régions analogues du Hoyoux, puisque de 10 m^3 qu'il est pour le Hoyoux il s'élève, d'après les résultats, admis par M. Verstraeten, des jaugeages de l'Intercommunale, à $11^{\text{m}3.80}$ pour le Bocq!

Il est à remarquer que les zones de drainage souterrain supplémentaire que M. Van den Broeck rattache au produit des bassins hydrographiques superficiels de ces parages sont précisément constituées par ces *roches calcaires* fournissant ces rendements élevés de plus de 9 à près de 12 m^3 à l'hectare-jour. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que, dans ces parages à sous-sol rocheux et en grande partie calcaire, on trouve, abstraction faite des exagérations primitives, des rendements bien supérieurs à ceux des régions meubles et perméables les plus favorisées de la moyenne Belgique: c'est même précisément ce qui prouve le bien fondé du principe fondamental des vues exposées dès juillet 1890 par M. Van den Broeck.

raison de *constitution géologique* naguère invoquée par M. Van den Broeck (1), raison dont celui-ci s'était toutefois exagéré l'importance, non par suite d'un faux raisonnement dans sa thèse, mais par suite de l'exagération non justifiée des jaugeages qui avaient été faits primitivement et lui avaient fait attribuer à cette influence de l'extension positive des calcaires drainants plus d'importance qu'elle n'a réellement. Ce n'est pas une question de principe qui est en jeu, c'est une question de mise au point dans l'application rationnelle du dit principe.

M. le *Président* remercie M. Van den Broeck de sa communication et donne la parole à M. *Th. Verstraeten* qui demande à répondre aux observations de l'orateur précédent.

M. *Verstraeten* constate que M. Van den Broeck ne maintient pas son appréciation primitive sur l'importance du rôle des prolongements calcaires au dehors des bassins hydrographiques superficiels. Il n'en demande pas davantage et reconnaît que la fâcheuse exagération, qu'il a combattue dès 1891, de l'évaluation du débit du Hoyoux et de ses sources est une circonstance qui devait fatalement amener des erreurs d'appréciation. Il se peut que la circonstance indiquée par M. Van den Broeck agisse concurremment avec les diverses causes que M. Verstraeten a énumérées dans son travail d'avril 1894, pour donner lieu au rendement considérable des sources et débits des régions du Bocq et du Hoyoux, circonstances qui sont : 1° qu'il tombe plus d'eau dans les bassins du Hoyoux et du Bocq qu'en Brabant ; 2° que le sol y est plus absorbant ; 3° que la filiration souterraine y est apparemment plus longue ; 4° que l'emmagasinement y est probablement plus fort ; 5° que l'action capillaire est peut-être moins énergique dans les joints ou fractures des roches que dans les interstices des éléments terreux, et que par suite la proportion d'eau disponible y est plus considérable.

A ces diverses causes, dont les deux premières au moins n'ont rien d'hypothétique ni de contestable, on peut ajouter celle invoquée par M. Van den Broeck, mais dans quelle mesure faut-il le faire ? Ce n'est certainement pas, M. Van den Broeck vient de le reconnaître, dans la mesure naguère exprimée par cet honorable contradicteur, trompé par le résultat de jaugeages inexacts ; est-ce dans la mesure de la moitié ou du tiers, par exemple, de la majoration réelle que présente,

(1) *Les sources de Modave et le projet du Hoyoux, considérés aux points de vue géologique et hydrologique*, par ERNEST VAN DEN BROECK. — (Bull. Soc. Belge de Géol., de Paléontol. et d'Hydrol., t. IV, 1890 ; Procès-verbal, ppl 180-189.)

sur la moyenne ordinaire, le rendement de l'hectare-jour de ces régions rocheuses? — Qui pourrait le dire!

Il faut toutefois tenir compte des empiètements entrecroisés des bandes et épanouissements calcaires dans les bassins voisins de l'Ourthe, du Bocq et du Hoyoux. Telle bande calcaire qui s'étend au travers de la région du Hoyoux s'épanouit, par exemple, et conduira toutes ces eaux souterraines, suivant les vues de M. Van den Broeck, dans la région du Bocq, où, en effet, comme M. Verstraeten l'a déjà fait remarquer dans son travail d'avril 1894, des produits exceptionnels ont été constatés. La thèse de M. Van den Broeck se tournerait ainsi contre lui si, grâce au drain souterrain de certaines bandes calcaires passant d'un bassin dans un autre, c'était le Bocq qui drainait le Hoyoux!

Ces empiètements souterrains sont si peu niables, dit M. Verstraeten, qu'il les admet même dans les bassins terreux; et l'orateur, s'aidant de figures diagrammatiques tracées au tableau, en fournit quelques exemples.

En somme, on ne sait guère ce qui se passe dans les profondeurs et le plus prudent lui paraît de s'en tenir aux facteurs les plus directement accessibles, tels que les deux premiers des cinq éléments d'augmentation de rendement qu'il vient d'énumérer.

M. *Van den Broeck* ne nie nullement les actions réciproques de drainage souterrain dont parle M. Verstraeten et il admet même sans difficulté que certaines bandes calcaires, qui recoupent transversalement de l'Ouest à l'Est tout le bassin du Hoyoux et pénètrent jusque dans celui de l'Ourthe, peuvent contribuer à enrichir les sources du bassin du Bocq; mais, et c'est ici un point *capital*, ces bandes calcaires, qui sont au nombre de deux principales, sont isolées par une barrière de schiste imperméable de tout le massif d'alimentation calcaire de la vallée du Hoyoux, qui s'étend en amont du Pont de Bonne et constitue le bassin calcaire de Modave. La disposition réciproque, signalée par M. Verstraeten, du drainage souterrain vers la région du Bocq est réelle donc, mais elle n'existe qu'en *aval* des sources de Modave et ne peut, par conséquent, avoir aucune influence sur celles-ci. Elle ne peut en avoir que sur l'ensemble du débit du Hoyoux, mesuré à son confluent avec la Meuse et rien ne dit, en effet, qu'une certaine proportion d'eau ne s'infiltre pas souterrainement dans les bandes calcaires en aval du Pont de Bonne jusqu'à la bande psammitique de Marchin-Vierset par exemple, pour alimenter souterrainement les sources de la partie inférieure du Bocq. Loin d'être une infirmation aux vues de M. Van den Broeck, ce fait viendrait confirmer sa thèse sur les extensions

souterraines des zones de drainage calcaires hors des limites des bassins hydrographiques superficiels et il n'a absolument aucune influence sur la question du débit des sources de Modave, qui jaillissent à un demi kilomètre en *amont* des bandes calcaires drainantes à action inverse — pour le Hoyoux — dont vient de parler M. Verstraeten.

Après une courte discussion complémentaire, à laquelle prennent part MM. Jottrand, Verstraeten et Van den Broeck, M. le Président déclare la discussion close et se réjouit de la lumière apportée dans la mise au point de la question.

2^o M. le Dr Rome donne lecture d'un mémoire intitulé : **De l'hydrographie souterraine dans les terrains calcaires.**

Après la lecture du mémoire une courte discussion se produit entre l'auteur et M. le capitaine Willems; de plus, l'assemblée décide qu'en raison de certains passages dont la publication ne paraît guère admissible, le mémoire de M. le Dr Rome sera soumis à la Commission de publication.

3^o M. Ch. François, absent, fait parvenir la lettre suivante adressée à M. le Président et dont l'insertion est ordonnée au procès-verbal de la séance.

Régime hydrologique et puits du calcaire.

Varangéville (Meurthe-et-Moselle), le 9 décembre 1894

MONSIEUR LE PRÉSIDENT,

J'ai l'honneur de vous adresser la communication suivante, destinée à l'Assemblée du 11 courant, et j'en sollicite l'insertion dans le Bulletin de la Société.

A différentes reprises, tant dans les séances que dans les excursions de la Société, j'ai exprimé l'avis motivé qu'il existe, au sein des calcaires primaires, une couche aquifère formée par les innombrables solutions de continuité dont la roche est sillonnée en tous sens : fissures, crevasses, joints de stratification, etc.

Je m'étais proposé d'exposer, dans une conférence, les résultats d'observations constatées au cours de diverses études et recherches auxquelles je me suis livré; je suis fort au regret, Monsieur le Président, que des raisons d'ordre professionnel, notamment de fréquentes

absences à l'étranger, où je suis encore retenu en ce moment, m'aient mis dans l'impossibilité de réaliser mes intentions.

Dans ma conférence restée à l'état de projet, je comptais d'abord m'étendre sur les faits hydrologiques que j'ai relevés dans les calcaires réguliers, presque horizontaux des environs de Tournai. Le levé du niveau de l'eau dans de nombreux puits domestiques de cette région, celui des sources naturelles, de la nappe liquide dans les carrières qui y sont parsemées, les débits importants des eaux extraites du fond de celles-ci, l'influence manifeste de cette exhaure sur le niveau des puits domestiques voisins, en résumé, un ensemble de faits concordants établissent d'une façon indiscutable qu'il règne dans les calcaires de Tournai une couche aquifère continue, limitée supérieurement à une surface ou nappe liquide bien déterminée, susceptible d'être représentée graphiquement à l'aide de courbes de niveau.

Le sol des environs de Tournai est faiblement ondulé, tandis que la région des calcaires disloqués, redressés est fort accidentée; les vallées y sont creusées plus profondément et apparaissent même souvent sous forme de gorges. A cause de leur profondeur, ces vallées constituent autant de drains naturels énergiques, qui agissent puissamment sur la nappe liquide des versants, la dépriment fortement et l'abaissent à grande profondeur sous les plateaux, tandis qu'elle affleure aux thalwegs sous forme de sources naturelles. Aussi les puits domestiques sont rares ou en nombre restreint sous ces plateaux, parce qu'ils coûtent trop cher; au contraire, dans les environs de Tournai où le sol est faiblement mouvementé et les vallées peu accusées, la nappe liquide se rencontre à peu de profondeur et les puits domestiques sont multipliés, parce qu'on les creuse à beaucoup moins de frais.

Le régime hydrologique des calcaires de Tournai n'est pas contesté, du moins les objections d'abord présentées n'ont pas persisté; mais des opinions divergentes et même contradictoires se sont produites au sujet du régime hydrologique des calcaires fortement accidentés. Certains de nos confrères attribuent à ces roches un régime spécial, mystérieux, par grottes et canaux souterrains; toutefois, jusqu'ici, nous n'avons vu signaler que des cas tout à fait exceptionnels à l'appui de cette manière de voir.

Cependant, diverses constatations faites lors de l'excursion de 1893 de la Société, dans la région calcaire, contredisent cette opinion relative à un régime anormal. Avant de les compléter, je rappellerai d'abord les faits suivants relevés au cours de la susdite excursion :

Les carrières de Dinant, creusées sous le plateau de la rive droite de

la Meuse, nous ont montré des niveaux d'eau concordants, fort au-dessus des thalwegs voisins ; les carrières de Spontin nous ont révélé un résultat analogue ; des puits domestiques ont été reconnus à Purnode dans le calcaire.

L'objet principal de cette communication est de faire connaître d'autres faits dont l'énumération suit et qui corroborent les premiers en confirmant l'existence d'une couche aquifère souterraine, continue, dans la région calcaire accidentée :

A). — Puits domestiques creusés dans la roche calcaire à Dinant ou dans le voisinage immédiat de cette ville :

1° Puits de l'institut hydrothérapique ;

2° Puits de M. Delmarmol ;

3° Puits public au passage à niveau du chemin de fer, à la route de Philippeville ;

4° Puits de l'Hôtel des Postes, chez M. De Graa ;

5° Puits de Madame Urbain, au faubourg Saint-Médard.

Les 5 puits ci-dessus sont situés sur la rive gauche de la Meuse ; le suivant est sur la rive droite :

6° Puits public, au quartier de Leffe.

B) Le projet de distribution d'eau en cours d'exécution, pour l'alimentation de la ville de Dinant, a pour base une captation dans le calcaire, à l'aide d'une galerie de drainage parallèle au ruisseau Leffe, avec radier à un mètre au-dessus de ce cours d'eau.

Or, dans tout son parcours, la galerie a recoupé une couche aquifère continue, et le débit d'une source naturelle également captée (source de l'ancien polissoir Watrisse) se trouve notablement accru.

C'est en prévision de cette constatation que j'ai figuré au projet une extension éventuelle de la galerie, si dans l'avenir la Ville désire augmenter encore son volume d'eau.

C) La conduite d'amenée du projet ci-dessus descend la vallée du Fond de Leffe ; l'exécution de la tranchée, destinée à recevoir cette conduite, a également recoupé dans les parties basses une couche aquifère continue, au-dessus du ruisseau, et la tranchée s'est trouvée noyée en divers endroits.

D) Lors de l'excursion de la Société en 1893, un *léger trouble* avait été remarqué au passage de l'eau de la source Watrisse dans un ancien puisard, profond de 4 mètres, établi à ciel ouvert vers le pied du versant.

Ce trouble provenait de vases et détritux divers accumulés de longue date au fond du puisard, sur une hauteur de plus de 2 mètres au-dessus des bancs de roche sous-jacents. L'enlèvement de ce dépôt terreux a fait disparaître le trouble dû au passage de l'eau de la source dans le puisard.

Au cours de la direction des travaux de la distribution d'eau de Dinant, j'ai constaté personnellement les résultats ci-dessus. Si j'avais pu conserver quelques doutes encore sur l'existence d'une couche aquifère souterraine continue au sein des calcaires, les faits concluants que je viens de signaler les auraient définitivement dissipés.

Je mentionne, en outre, les faits hydrologiques suivants qui ont été portés à ma connaissance :

E) Divers puits domestiques ont été creusés *dans le calcaire* à Hastières; les fluctuations du niveau de l'eau dans ces puits concordent successivement avec celles du niveau de la Meuse.

F) Un puits domestique a été creusé *dans le calcaire* pour les besoins de la Colonie scolaire de Hastière, à peu de distance de la Meuse; l'eau a été atteinte à peu près au niveau du fleuve.

Vu l'heure avancée, la communication de M. Ch. Lahaye sur le puits artésien de l'Hôtel des chemins de fer, est remise à la prochaine séance.

M. Flamache annonce pour la prochaine séance d'applications géologiques, une note sur la formation des grottes et des vallées souterraines.

La séance est levée à 11 h. 15.

SÉANCE MENSUELLE DU 18 DÉCEMBRE 1894

Présidence de M. G. Jottrand, Président.

La séance est ouverte à 8 heures et un quart.

Correspondance.

M. X. *Stainier*, indisposé, fait excuser son absence.

MM. les D^{rs} *Fornasini* et *Simonelli*, de l'Institut royal géologique et paléontologique de Bologne, annoncent pour le commencement de l'année 1893, la publication d'une Revue italienne de paléontologie : *Rivista italiana di Paleontologia*, qui se tiendra également au courant du mouvement paléontologique international.

Les directeurs de cette Revue réclament l'obligeant concours de correspondants étrangers et demandent l'envoi des travaux pouvant faire l'objet d'analyses et de comptes rendus.

M. L.-A. *Martel*, 8, rue Ménars, à Paris, annonce la fondation dans cette ville d'une *Société de Spéléologie* et demande des adhésions (la cotisation est de 15 francs pour les membres titulaires et de 5 francs pour les membres correspondants). Le but de la Société est défini comme suit par l'article premier des statuts : « La Société de Spéléologie est instituée pour assurer l'exploration, faciliter l'étude générale et concourir à l'aménagement et à la mise en valeur des cavités souterraines de toutes sortes, connues ou inconnues, soit naturelles, soit artificielles ; pour encourager et subventionner les investigations qui s'y rapportent d'une manière quelconque, en un mot pour vulgariser et développer, dans un intérêt à la fois pratique et théorique, utilitaire et scientifique, les recherches de toute nature dans l'intérieur de la terre. »

Dons et envois reçus. (Abstraction faite des Périodiques ordinaires.)

Ouvrages offerts de la part des auteurs :

1911 **Cornet (J.)**. *Les gisements métallifères du Katanga*. Extr. in-8°, 41 pages, 2 pl. Mons, 1894.

1912 **d'Huart (E.)**. *Étude sur l'eau alimentaire de la ville de Luxembourg*. Extr. gr. in-8°, 81 pages. Luxembourg, 1893.

- 1913 **Dubois (E.)**. *Pithecanthropus erectus, eine Menschenaehnliche uebergangsform aus Java*. Vol. in-4°, 40 pages, 2 pl. Batavia, 1894.
- 1914 **Meunier (Stan.)**. *Examen minéralogique de deux météorites bourguignonnes*. Extr. in-8°, 30 pages, 2 pl. Autun, 1892.
- 1915 — *Réponse à M. de Lapparent. La question des anciens glaciers*. Extr. in-4°, 1 page. Paris, 1892.
- 1916 — *Examen minéralogique et lithologique de la météorite de Kiowa, KANSAS*, Extr. in-4°, 3 pages. Paris, 1893.
- 1917 — *Notice historique sur la collection de météorites du Muséum d'histoire naturelle*. Extr. in-4°, 52 pages, 2 pl. Paris, 1893.
- 1918 — *Les tremblements de terre, à propos des récentes catastrophes de la Grèce et du Vénézuéla*. Extr. in-4°, 7 pages, Paris, 1894.
- 1919 — *Exposition publique et temporaire des actualités géologiques. 2^e série, 1894*. Broch. in-8°, 24 pages.
- 1920 — *Notice sur les météorites chiliennes conservées au Muséum d'histoire naturelle de Paris*. Broch. gr. in-8°, 58 pages, 2 pl. Santiago, 1894.
- 1921 — *Les Météorites*. 1 vol. in-8°, 228 pages. Paris. *Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoires*, 1894.

Communications des Membres.

1^o M. *Ch. Lahaye* fait la communication suivante :

LE FORAGE ARTÉSIEN

DE

L'HOTEL DES CHEMINS DE FER, A BRUXELLES

PAR

Ch. Lahaye

Ingénieur en chef, Directeur des Ponts et Chaussées.

L'Administration des Bâtiments civils ayant voulu tenter de se procurer, au moyen d'un puits artésien, l'eau nécessaire aux divers services du nouvel Hôtel des chemins de fer, s'est entendue avec notre confrère M. Axer pour l'exécution d'un forage.

Les bons soins des agents de l'Administration et de ceux de M. Axer, ont permis de recueillir, dans des conditions très satisfaisantes, une

série d'échantillons des diverses couches des terrains rencontrés. La détermination de ces échantillons a été confiée à nos infatigables confrères MM. Van den Broeck et Rutot. Il ne peut qu'être utile d'enregistrer les constatations ainsi relevées.

Disons d'abord que le puits est situé sous la cour centrale de l'Hôtel, à quelques mètres seulement de la rue Beyaert; son orifice est au niveau du pavement (1) de la grande salle des machines, établie sous la dite cour; la cote de ce niveau est $+ 54^{\text{m}}.59$, rapportée au plan général de comparaison des cartes de l'Institut cartographique militaire.

Le forage, dont le tube intérieur a 20 centimètres de diamètre, a atteint la profondeur de $139^{\text{m}}.40$ sous ce pavement, ce qui place le fond à la cote $- 84.81$. — Il a traversé successivement :

$7^{\text{m}}.10$ de sables de l'étage bruxellien,
 $73^{\text{m}}.65$ de sables et d'argiles de l'étage yprésien,
 $27^{\text{m}}.75$ de sables de l'étage landenien,

pour s'engager ensuite, sur une épaisseur de

$30^{\text{m}}.90$, dans le terrain crétaé.

Le travail a comporté deux périodes (2) : pendant la première le forage a atteint la profondeur de $124^{\text{m}}.30$, pendant la seconde cette profondeur a été portée à $139^{\text{m}}.40$. Le tableau qui suit donne le détail des couches rencontrées pendant la première période.

(1) Le niveau de ce pavement est à la cote $+ 54^{\text{m}}.15$ au-dessus du plan de comparaison adopté pour le nivellement de la ville de Bruxelles, dont les repères sont donnés par des plaques en fonte aux armes de la ville. Les indications de ces repères attribuent la cote $+ 16^{\text{m}}.81$ au repère initial, qui est la tablette du « pont Léopold » situé à l'entrée des bassins de l'entrepôt, tandis que les cartes de l'Institut cartographique militaire indiquent la cote $+ 17^{\text{m}}.25$. Il faut donc que toutes les cotes déduites des repères de la ville soient augmentées de $0^{\text{m}}.44$ pour les rapporter au plan de comparaison du nivellement général, d'après lequel sont établies toutes les cotes des cartes de l'Institut. — Toutes les cotes de nivellement reproduites dans la note ont été rapportées à ce plan de comparaison, qui est aujourd'hui adopté par toutes les administrations de l'État. Ce plan de comparaison correspond au niveau moyen des basses mers à vives eaux ordinaires à Ostende.

(2) La seconde période était commencée lors de la communication faite le 18 décembre 1894; dans un but de simplification et d'unité, on a complété ici les renseignements primitifs.

TERRAINS RENCONTRÉS		PROFONDEURS DE A		ÉPAISSEURS DES couches. étages.	
Ét. bruxel.	Sable quartzeux jaune à grain moyen	0 ^m .00	3 ^m .00	3 ^m .00	7 ^m .10
	Grès	3. 00	3. 10	0. 10	
	Sable très pur et plus blanc que ci-dessus	3. 10	7. 00	3. 90	
	Banc tabulaire de grès lustré	7. 00	7. 10	0. 10	

*Cote du contact du Bruxellien sur
l'Yprésien + 47^m.49.*

Étage yprésien.	Sable très fin, grisâtre, légèrement argileux	7 ^m .10	8 ^m .60	1 ^m .50	73. 65
	Argile sableuse grisâtre	8. 60	9. 20	0. 60	
	Sable gris verdâtre très fin, velouté au toucher	9. 20	11. 40	2. 20	
	Banc tabulaire de grès, à grain fin gris-jaunâtre, avec <i>Nummulites planulata</i> et autres fossiles	11. 40	11. 58	0. 18	
	Sable jaunâtre limoneux	11. 58	26. 00	14. 42	
	Sable fin argileux, finement micacé et pointillé de glauconie	26. 00	27. 50	1. 50	
	Sable fin, micacé, gris verdâtre	27. 50	30. 50	3. 00	
	Sable jaune verdâtre, argileux	30. 50	32. 20	1. 70	
	Sable gris bleuâtre, argileux	32. 20	32. 90	0. 70	
	Sable cohérent, brunâtre	32. 90	33. 30	0. 40	
	Sable très cohérent, avec traces de coquilles	33. 30	34. 00	0. 70	
	Sable gris verdâtre, meuble	34. 00	35. 00	1. 00	
	Sable gris bleuâtre, argileux	35. 00	39. 50	4. 50	
	Argile sableuse, gris bleuâtre, avec alternances plus argileuses	39. 50	60. 00	20. 50	
	Argile plus sableuse	60. 00	61. 90	1. 90	
	Argile typique yprésienne	61. 90	76. 50	14. 60	
	Argile passant vers le bas à une argile sableuse grise, rude au toucher	76. 50	80. 75	4. 25	

*Cote du contact de l'Yprésien sur
le Landenien — 26^m.16.*

Étage landenien.	Sable vert typique landenien	80 ^m .75	95 ^m .90	15 ^m .15	27. 75
	Banc de psammite	95. 90	96. 50	0. 60	
	Sable gris, très fin, meuble, pointillé de grains fins de glauconie noire	96. 50	98. 50	2. 00	
	Banc de psammite	98. 50	98. 95	0. 45	
	Argile sableuse cohérente	98. 95	99. 50	0. 55	
	Sable gris, fin, meuble, finement pointillé de glau- conie noire	99. 50	100. 80	1. 30	
	Banc de psammite	100. 80	101. 20	0. 40	
	Sable comme ci-dessus	101. 20	103. 50	2. 30	
	Banc de psammite	103. 50	103. 80	0. 30	
	Sable comme ci-dessus	103. 80	108. 10	4. 30	
	Cailloutis de silex brun à surface verdie	108. 10	108. 50	0. 40	

TERRAINS RENCONTRÉS

PROFONDEURS
DE AÉPAISSEURS DES
couches, étages.*Cote du contact du Landenien sur
le Crétacé — 53^m.91.*

Terrain crétacé.

Marne noire verdâtre, très grasse	108 ^m .50	108 ^m .60	0 ^m .10	15 ^m .80
Craie blanche	108. 60	112. 00	3. 40	
Silex fauve corné, silex gris et débris de roches primaires	112. 00	112. 48	0. 48	
Craie blanche traçante, friable et homogène	112. 48	113. 50	1. 02	
Silex noir et silex fauve corné.	113. 50	113. 80	0. 30	
Craie sableuse grisâtre	113. 80	114. 70	0. 90	
Silex noir et silex fauve corné.	114. 70	115. 05	0. 35	
Craie blanche traçante homogène	115. 05	118. 75	3. 70	
Silex noir, fragments de roches primaires	118. 75	118. 90	0. 15	
Craie marneuse grisâtre	118. 90	121. 40	2. 50	
Cailloux de quartz, fragments de roches primaires.	121. 40	121. 80	0. 40	
Sable gris fin	121. 80	122. 60	0. 80	
Cailloux de quartz, fragments de roches primaires.	122. 60	122. 90	0. 30	
Sable marneux grisâtre	122. 90	123. 10	0. 20	
Sable gris, fragments de roches primaires	123. 10	124. 30	1. 20	
Profondeur totale atteinte en 1893.			124 ^m .30	

Le forage a été exécuté sans tubage à partir de 95^m.90, c'est-à-dire à partir du banc de grès psammitique de 0^m.60 d'épaisseur, rencontré dans l'étage landenien.

Des essais sommaires de pompage, faits par M. Axer, lorsque le puits était dans cette situation, ont accusé un certain débit; le niveau de l'eau semblait s'établir à ce moment à 14 ou 15 mètres sous l'orifice (1). L'orifice fut alors fermé en attendant l'installation d'une pompe à vapeur. Lorsque, le 19 mars 1894, le puits fut ouvert pour l'installation de la pompe, on constata que l'eau se trouvait à 39^m.62 sous le pavement, soit à la cote + 14^m.97.

La pompe descendue à 60^m.00 (cote — 5^m.85) n'a fourni que le débit insignifiant de 2 litres environ, par minute.

C'est après cette constatation que le puits fut approfondi de 15^m.10; ce travail n'amena aucun résultat sérieux.

L'examen des échantillons recueillis sur ces derniers 15 mètres a montré que l'on n'était pas sorti du terrain crétacé, mais que vraisemblablement l'outil était bien près d'atteindre le terrain primaire.

Les conditions dans lesquelles le forage d'approfondissement a été

(1) Ce qui peut s'expliquer par la circonstance que les couches landeniennes se trouvent en communication, par le puits, avec les couches crétacées sous-jacentes, puisqu'il n'y a pas de tubage au delà de la profondeur de 95^m.90.

effectué ne semblent pas permettre, d'ailleurs, de déterminer avec certitude le détail des couches rencontrées sur ces derniers mètres.

L'insuccès du puits artésien de l'Hôtel des chemins de fer montre, une fois de plus, ce que les forages artésiens ont d'aléatoire dans l'agglomération bruxelloise; cela est d'autant plus frappant que, à la même époque, un forage de même profondeur à peu près [atteignant la cote — 84^m.00] pratiqué dans le voisinage immédiat du passage à niveau de la rue Belliard donne, paraît-il, un débit de plus de 4000 litres à l'heure, soit de plus de 66 litres par minute. Or, ce puits se trouve seulement à la distance de 900 mètres de celui de l'Hôtel des chemins de fer, dans la direction du sud-est.

Il n'est peut-être pas sans intérêt de signaler ici que l'examen fait par l'un de nos confrères, M. le professeur Lambert, a conduit celui-ci à constater la présence de phosphate de chaux dans les couches secondaires que le forage a atteintes, notamment aux profondeurs de 108^m.60, 120^m.00 et 122^m.90. Cette découverte a fait l'objet d'une communication à l'Académie dont on trouve la relation dans le Bulletin de cette docte assemblée. (Voir page 378 du tome XXVIII — Cahier n° 11 de 1894.)

2° A la suite de cette communication, M. A. Rutot ajoute les renseignements suivants sur le puits de l'Hôtel des chemins de fer et notamment sur l'étude des échantillons recueillis lors de l'approfondissement du puits.

ANNEXE

Sur les couches rencontrées lors de l'approfondissement du puits de l'Hôtel des chemins de fer, à Bruxelles, entre les profondeurs de 124^m.30 et 139^m.40

PAR

A. Rutot.

Ayant pu étudier le détail des couches de terrains rencontrées, à l'Hôtel des chemins de fer, entre les profondeurs de 123^m.30 à 137^m.40, nous donnerons ci-après la description de ces couches :

PROFONDEURS :

124^m.60.

Echantillon lavé. — Quartz blanc cristallin, presque pur en fragments cassés, avec fragments plus gros de silex brun, le tout semblant empâté dans une marne glauconifère.

124^m.94.

Echantillon pur, rapporté par la tarière. Craie grise grossière, un peu glauconifère, finement sableuse.

PROFONDEURS :

- de 124^m,94 à 126^m,70. Echantillon par décantation du courant d'eau ; indiquant une roche semblable à la précédente.
- 126^m,70. Echantillon pris à la tarière. Même craie plus sableuse, gris verdâtre.
- de 126^m,70 à 129^m. Echantillon par décantation. — Sable gris verdâtre assez fin, pur, avec organismes calcaires (foraminifères, etc.).
- 130^m,20. Echantillon pris à la tarière. Le sommet de l'échantillon est de la craie grossière, sableuse, mélangée à beaucoup de fragments de quartz blanc ou de quartz chloriteux et cristaux de pyrite.
- Le bas de l'échantillon est constitué par du schiste primaire décomposé, de couleur pâle.
- de 131^m,80 à 134^m,40. Echantillon par décantation. Sable identique à celui retiré entre 126^m,70 et 129^m.
- Un deuxième échantillon pris à la soupape, après repos dans le travail, donne une boue qui, lavée artificiellement, donne un résidu de fragments très nombreux de quartz blanc et de roches chloritées et micacées, vertes, de silex noir et blond pâle et de fragments d'une roche crayeuse, grossière, blanche, durcie, tachée de points verts, qui paraît être la roche originale. J'y reconnais la présence d'un corps sphérique ressemblant beaucoup à certains Madrépores en boule du Crétacé, mais dans lequel je ne saisis pas d'une manière évidente la texture organique.
- 134^m,50. Echantillon naturel rapporté à la tarière. Gravier de grains de quartz empâtés dans du schiste décomposé.
- de 134^m,50 à 135^m,45. Echantillon pris à la soupape, résidu du battage au trépan. — Mélange de quartz blanc cristallin, avec des silex grisâtres, roches chloritées et fragments de grès blanchâtre, glauconifère, calcaireux.
- 135^m,35. Echantillon par décantation. — Sable gris verdâtre, foncé, très glauconifère.
- Un échantillon tiré alors à la tarière fournit un bel exemplaire du terrain naturel, formé de sable gris verdâtre assez fin, calcaireux, homogène.
- 135^m,65. Echantillon pris à la cueillère à soupape. — Sable gris calcaireux un peu cohérent, avec beaucoup de gros grains de quartz.
- 135^m,95. Echantillon pris à la soupape et lavé. — Mélange de fragments de quartz, de roches primaires, de silex noir à gangue de grès calcaireux ; cubes de pyrite, silex à croûte verdie, etc.
- 136^m,40. Echantillon pris à la soupape. — Sable cohérent calcaireux, gris.
- L'échantillon lavé donne un résidu de fragments de quartz, de roches primaires et de silex.
- 137^m,35. Sable calcaireux cohérent, très glauconifère.
- 138^m,15. Echantillon de nettoyage à la tarière. — Roche hétérogène,
1894. P.-V.

PROFONDEURS :

	sable calcaireux glauconifère, avec nombreux fragments de quartz.
138 ^m ,75.	Echantillon naturel pris à la tarière. — Argile très sableuse, glauconifère et calcareuse.
139 ^m ,40.	Fond du puits. — Echantillon pris à la soupape. — Même composition que le précédent.

Il résulte de l'examen de ces échantillons, que le fond du puits n'a pas encore atteint le Primaire.

Malgré l'abondance des éléments d'origine primaire, toutes les roches de l'approfondissement doivent être rapportées au terrain crétacé et vraisemblablement au Sénonien (Assise de Herve ou Hervien).

Ces sédiments crétacés, inférieurs à la craie blanche, me paraissent bien d'origine marine. On peut se les représenter comme constitués par un sable calcaireux, très légèrement argileux, avec petits bancs durcis, vers le haut, devenant plus argileux vers le bas, renfermant probablement des rognons de silex et traversés, à différents niveaux, par des lits plus ou moins épais de fragments de roches primaires plus ou moins roulés et principalement par des fragments de quartz cristallin de filon.

Ces éléments étrangers donnent au dépôt un facies éminemment littoral, ils ont été apportés dans la mer hervienne, soit par des cours d'eau, soit par l'attaque directe des côtes par les vagues (petites falaises).

L'ensemble du Crétacé, au puits de l'Hôtel des chemins de fer, comprendrait donc les couches traversées entre 108^m.50 et 139^m.40, soit 30^m.90.

Cette épaisseur est complètement anormale. L'épaisseur normale de la craie au point considéré ne doit guère dépasser 5 à 6 mètres ; il doit exister en ce point une dénivellation assez considérable de la surface du Primaire, car les 30^m.90 constatés ne représentent pas toute l'épaisseur du Crétacé, dont la puissance totale nous reste inconnue.

La masse du Crétacé se divise en deux parties, l'une supérieure, constituée par de la craie blanche à silex, allant de 108^m.50 à 118^m.75. De 118^m.75 à 118^m.90, un lit de fragments de roches primaires est nettement indiqué, il est probable que ce gravier correspond à la ligne de démarcation qui existe partout, dans notre pays, entre l'assise de Nouvelles et l'assise de Herve.

La craie blanche comprise entre 108^m.50 et 118^m.90 représenterait donc l'ensemble des craies de Nouvelles et d'Obourg.

Quant à la couche tout à fait supérieure de marne noire verdâtre, très grasse, située immédiatement sous le gravier base du Landenien,

elle n'est évidemment que le résidu de la dissolution de la surface de la craie blanche.

Enfin, de 118^m,90 à 139^m,40 et plus bas, s'étendrait l'assise de Herve; le tout, bien entendu sans preuve absolue, la partie grise et glauconifère inférieure pouvant aussi représenter la craie d'Obourg.

Ce n'est pas la première fois que l'on signale l'existence de profondes dénivellations de la surface du Primaire sous Bruxelles; dans ma note intitulée : *Résultats de nouvelles observations sur le sous-sol de Bruxelles. — Sur la présence de sédiments fluviaux infra-sénoniens sous Bruxelles et sous Denderleeuw* (Ann. de la Société géologique de Belgique Liège, t. XIII. Mémoires 1886), j'ai fait connaître une dépression située à l'ouest de Bruxelles vers Cureghem et Molenbeek, dépression qui permet au Crétacé de prendre une épaisseur anormale de 27^m.57.

Ces deux dépressions sont situées de chaque côté de la crête primaire dirigée S.-N., dont MM. Cogels et van Ertborn les premiers ont signalé l'existence et sur laquelle j'ai eu l'occasion de fournir des renseignements plus complets dans le texte explicatif de la Feuille de Bruxelles (carte géologique détaillée de la Belgique publiée à l'échelle du 1/20000) et, plus tard, en collaboration avec M. E. Van den Broeck, dans la note intitulée « *Le puits artésien du Nouvel Hôtel des Postes de Bruxelles* » parue dans les Bulletins de la Société (t. III, 1889).

Il est à remarquer que, dans les deux dépressions, la craie blanche constitue le sommet des dépôts crétacés, mais que la profondeur est formée, de chaque côté de la crête, par des éléments différents. En effet, nous venons de voir que, dans la dépression Est, ce sont des couches de sable marneux glauconifère, d'origine marine, qui ont opéré le premier comblement, tandis que la dépression Ouest paraît comblée par des dépôts limoneux, semblant indiquer une origine fluviale.

Pour terminer, disons encore combien il est profondément regrettable que des dizaines de puits artésiens se creusent dans l'agglomération bruxelloise, sans qu'il reste le moindre renseignement sur les résultats de ces forages. Industriels et même administrations publiques persistent à montrer à cet égard une insouciance coupable car, lorsqu'on juge de l'énorme intérêt tant scientifique que pratique résultant de quelques documents qui nous parviennent, on peut mesurer toute l'étendue de la perte sèche que fait la science, privée d'un de ses plus précieux moyens d'investigation.

3° L. DOLLO. — **Thons et Maquereaux vivants et fossiles.**

L'auteur, pour illustrer la communication ci-après de M. R. Storms, — en l'absence de l'auteur, — présente un tableau des *Scombridæ* vivants et fossiles. Il accompagne cet exposé de figures à la craie des principaux types actuels de cette famille.

4° M. L. Dollo, en l'absence de M. R. Storms, donne lecture de la note suivante .

QUATRIÈME NOTE

SUR LES

POISSONS DE L'ARGILE RUPELIENNE

PAR

Raymond Storms (1)

L'étude des nombreux ossements de poissons recueillis dans les briqueteries des environs de Boom et de Rupelmonde a déjà permis de reconnaître la présence, dans la mer rupélienne, d'un certain nombre de formes, dont quelques-unes étaient remarquables par leur taille ou par leur structure.

Les matériaux qui restent encore à étudier nous font entrevoir l'existence, à cette époque, de bien d'autres poissons tout aussi remarquables que ceux qui ont été décrits. Je me propose de signaler, dans la présente note, un certain nombre de formes indiquées par des restes conservés dans les collections de M. Delheid et qui sont, ou bien tout à fait nouvelles, ou qui ne se trouvent pas mentionnées dans les listes de poissons du terrain rupélien.

Myliobatis. Des palais de raie ne sont pas rares dans le terrain rupélien. Il y en a plusieurs dans les collections de M. Delheid. M. le professeur P. J. Van Beneden a signalé le *Myliobatis irregularis*, Dixon (*Myliobatis striatus*, Buckland), parmi les restes qu'il a recueillis dans ce terrain.

Des piquants ou aiguillons, ayant probablement appartenu aux mêmes poissons que les palais, se rencontrent aussi fréquemment dans les mêmes couches.

Cetorhinus, de Blainville (*Selache*, Cuvier ; *Hannovera*, Van Beneden).

(1) Voir pour les trois premières notes les *Bulletins* de la Société, t. I, 1887, Mém., pp. 98 à 112, pl. VI ; t. VI, 1893, Mém., pp. 161 à 170, pl. VII ; t. VIII, 1894, Mém., pp. 67 à 82, pl. VI.

La collection de M. Delheid possède plusieurs de ces curieux appendices dermiques des arcs branchiaux (*Gill-rakers*), caractéristiques du genre *Cetorhinus*, et semblables à ceux que M. le professeur Van Beneden a signalés dans le terrain scaldisien sous le nom de *Hannovera aurata*.

Lepidosteus? Des dents présentant les mêmes caractères que celles provenant du terrain bruxellien et décrites par le Dr Winkler, sous le nom de *Trichiurides*, ne sont pas rares dans l'argile rupélienne. Le Dr Hilgendorf a rapporté ces dents au genre *Lepidosteus*; mais, tandis que cette détermination est confirmée par la présence, dans le terrain bruxellien, des écailles caractéristiques de ces ganoides, on n'a pas encore, à ma connaissance, découvert de structure semblable dans l'argile rupélienne. Aussi, ce n'est pas sans hésitation que je rapporte le *Trichiurides* rupélien au genre *Lepidosteus*, d'autant plus que plusieurs poissons osseux, tels que : *Trichiurus*, *Molva*, etc., présentent des dents assez semblables. Les dents rupéliennes diffèrent de celles du bruxellien par le développement moindre de l'extrémité en fer de lance.

Cottus cervicornis n. sp. Je désigne sous ce nom de singulières épines rappelant par leur forme des bois de cerf. Ces épines sont très massives, longues de quatre centimètres environ et se composent d'un fort piquant se terminant en pointe aiguë et armé sur les côtés de quatre épines divergeantes mais toutes tournées du même côté. A ma connaissance, ce ne sont que certains poissons du genre *Cottus* qui présentent des structures semblables, et même le Dr A. Günther divise ce genre en deux sections, l'une desquelles comprend les formes dont le préopercule est armé d'épines affectant la forme de bois de cerf. La plupart de ces *Cottus* proviennent du Kamtschatka, du Japon et du Groenland. L'un d'eux, le *Cottus claviger*, Cuv. et Val. a son préopercule armé de quatre épines, dont la supérieure, excessivement forte et longue, s'étend jusqu'au niveau de la première dorsale. Le *Cottus* du Rupélien, devait, d'après la dimension de ses épines, être d'une taille bien plus considérable que les espèces vivantes auxquelles nous le comparons.

Trigla. Des débris des parties osseuses du crâne et de l'appareil operculaire du Trigle, facilement reconnaissables aux granulations caractéristiques de leur surface, sont assez communs dans l'argile rupélienne. Malheureusement, ces pièces sont très incomplètes, et elles pourraient provenir d'une forme voisine du genre *Trigla*, tel que le genre *Trigloides* de Van Beneden. Pourtant, un opercule presque complet se rapproche tellement de celui des *Trigla* vivants que je suis amené à rapporter ces restes à ce genre.

Pelamys. La collection de M. Delheid contient plusieurs colonnes vertébrales presque complètes de poissons de la famille des Scombrés, reconnaissables à la structure caractéristique de l'extrémité caudale. Plusieurs d'entre elles se rapprochent beaucoup par la forme du genre *Pelamys*, et il se pourrait qu'elles se rapportent, en partie, au *Pelamys robusta* du professeur Van Beneden. La description donnée de cette espèce par le professeur de Louvain est trop incomplète en l'absence de figures, pour pouvoir arriver à la certitude à ce sujet.

En terminant, je suis heureux de remercier mon ami, M. L. Dollo, Conservateur au Musée de Bruxelles, de l'obligeance avec laquelle il a facilité mes recherches.

5^e M. X. Stainier fait parvenir la note suivante, dont l'insertion est ordonnée au Procès-Verbal de la séance :

NOTE

SUR LE

GISEMENT DES DIAMANTS DE FLEURUS

PAR

X. Stainier,

Docteur en sciences naturelles.

On désigne sous le nom de « diamants de Fleurus » des cailloux roulés de quartz hyalin que l'on trouve de temps immémorial (1) autour de Fleurus et que l'on appelle diamants parce qu'ils sont susceptibles par la taille de fournir des « brillants » imitant le diamant (2). Plusieurs personnes de Fleurus ont fait tailler de ces cailloux en cabochons, qui présentent une certaine valeur. On trouve surtout ces cailloux au N.-E. de la ville, autour des fours à chaux de Plomcot, sur le versant des coteaux orienté vers le S.-O. Après un violent orage ou au dégel, au sortir de l'hiver, on trouve ces cailloux roulés dans les

(1) En effet, dans le vieil ouvrage de M. Rozin : *Essai sur l'étude de la minéralogie*, on trouve les lignes suivantes : « Ces pierres étaient autrefois très communes à Bruxelles, où les paysans en apportaient des sacs remplis ; mais depuis, le gouvernement autrichien avait fait publier une défense de les travailler pour prévenir l'abus qu'on pouvait faire en les vendant pour des diamants. Cet avis a suffi à quelques bijoutiers étrangers et les plus beaux cailloux de Fleurus ont disparu. »

(2) Il y a encore plusieurs autres localités où l'on exploite, pour les tailler, les cailloux roulés de quartz. Tels sont « les cailloux du Rhin », ceux de Cayenne (Guyane), de Marmaros et de Paphos (Grèce), enfin « les diamants d'Alençon (France) ».

champs en compagnie d'une infinité d'autres pierres (1). On trouve encore ces cailloux sur le versant qui borde vers l'est le ruisseau descendant de la ferme de Fleurjoux vers Plomcot. Enfin j'en ai encore rencontré sur la commune de Saint-Amand, limitrophe de Fleurus au nord et cela en deux endroits : sur un plateau dolomitique appelé « la Falize » et situé entre Saint-Amand (La Haie) et Saint-Amand (Brigode). Enfin, autour d'un croisement de chemins creux, à 400 m. S.-O. de l'église de Saint-Amand.

Les diamants de Fleurus présentent des dimensions très variées. J'en possède qui ont le volume d'un petit œuf de poule, mais le plus grand nombre a la dimension d'une noisette. Leur forme est arrondie, le plus souvent ovale; les plus gros sont un peu aplatis. On en trouve qui présentent la limpidité et la pureté du verre et ne montrent intérieurement ni cassure, ni paille, ni impureté. Ce sont de loin les plus rares et seuls ils conviennent pour être taillés. A côté de cela on trouve les transitions les plus variées depuis le « diamant » jusqu'au caillou roulé de quartz laiteux impur, à peine translucide et souvent souillé de matières étrangères et qui lui se trouve en quantités prodigieuses. Avec ces cailloux de quartz on rencontre d'innombrables cailloux de phtanite houiller noir et de silex crétacé, de teintes variées.

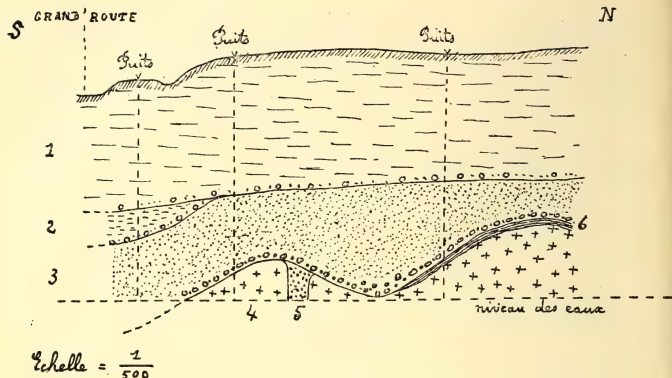
Nous allons voir maintenant quelle est l'origine de ces cailloux de quartz.

Depuis plusieurs années on a trouvé des diamants de Fleurus dans d'autres parties de la commune que celle que nous avons indiquée et cela souterrainement et dans des conditions de gisement bien différentes et de nature à nous donner une idée de l'origine de ces cailloux.

On exploite très activement à Fleurus un important gisement de barytine, disposé suivant une ligne droite de près de deux kilomètres de longueur, marchant presque parallèlement à la grand'route de Fleurus à Mellet, un peu au nord de celle-ci.

Or dans ces exploitations, surtout dans celles qui avoisinent le moulin de Berlainmont, on trouve des diamants en creusant les puits et même dans la barytine. Grâce à l'obligeance de M. Brunard fils, nous avons été à même de relever la coupe suivante dans ses exploitations, coupe qui montre bien les conditions de gisement des diamants. Cette coupe, dirigée N.-N.-E. à S.-S.-O., passe à 35 m. à l'ouest du moulin de Berlainmont.

(1) On trouve des renseignements sur les cailloux de Fleurus dans l'ouvrage de Drapiez « Coup d'œil minéralogique sur le Hainaut ». Mém. couron. Acad. royale de Belgique, t. III 1823, p. 17.



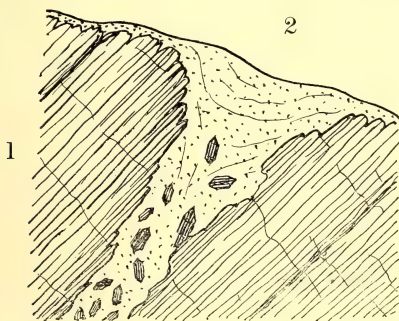
LÉGENDE :

FIG. I.

1. Limon quaternaire (Hesbayen q2 m.) avec rares cailloux de phtanite noir, de quartz (diamants) et de silex à la base.
2. Étage ledien : sables et argiles avec rares cailloux de phtanite et de quartz à la base.
3. Étage bruxellien : sables avec un épais cailloutis à la base, formé de quartz (diamants assez abondants) et de phtanite noir prédominant.
4. Barytine en roche, massive, cristalline, pure.
5. Barytine sableuse impure mélangée de sable rude, de cailloux de quartz (diamant) et de phtanite noir.
6. Mince couche d'argile plastique grise ou verdâtre, qui recouvre fréquemment le gisement de barytine.

En interprétant les données de cette coupe on arrive aisément à retrouver l'origine des matériaux qui nous occupent. Ainsi, dans l'épais cailloutis base du Bruxellien nous voyons prédominer des cailloux de phtanite noir, qu'il est aisé, à première vue, de reconnaître pour du phtanite de la base du houiller (H1a de la légende de la carte géologique). Or à 1 ou 2 kilomètres au sud de Fleurus passe, de l'est à l'ouest, une large bande de ce Houiller inférieur; et à l'endroit où passe cette bande le sol est encore aujourd'hui en protubérance manifeste. On peut donc facilement se représenter que la mer bruxellienne en arrivant dans cette région est venu battre de ses flots cette crête de Houiller inférieur, qui devait être alors encore plus prononcée que de nos jours. Les flots bruxelliens ont alors arraché des fragments de phtanite et les ont roulés au point de former ces cailloux arrondis que nous retrou-

vons aujourd'hui si nombreux à la base des dépôts de cette époque. Mais ce n'est pas tout. Pendant les travaux de construction du fort de Maizeret MM. Rutot et Van den Broeck ont eu l'occasion d'observer un fait intéressant. Dans une tranchée creusée dans les phtanites et ampélites du Houiller inférieur ils ont vu une fissure remplie d'argile renfermant des cristaux de quartz hyalin bipyramidé, d'une limpidité parfaite. C'est ce que représente la coupe suivante, que je dois à l'obligeance de M. Rutot.



LÉGENDE :

FIG. II.

1. Phtanites et ampélites (houiller inférieur).
2. Fissure remplie d'argile avec quartz bipyramidé.

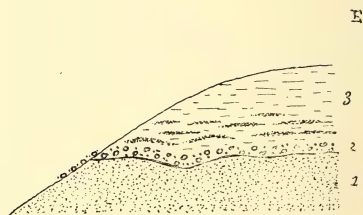
Nous ne savons pas si la bande de Houiller inférieur de Fleurus (prolongement de celle de Maizeret) renferme, comme à Maizeret, des fissures avec quartz. Cette bande, en effet, n'affleure pour ainsi dire nulle part, mais cependant nous pouvons raisonnablement supposer qu'il en est ainsi, car ce Houiller inférieur est partout en Belgique connu par l'abondance des matières siliceuses qu'il renferme : phtanite, jaspe, quartz en géodes ou en filons. On peut donc croire qu'il y a quelque part dans le Houiller inférieur de Fleurus des gisements analogues à ceux de Maizeret. En démantelant ces roches houillères les eaux bruxelliennes auront mis à nu ces quartz hyalins, les auront roulés en forme de cailloux arrondis et les auront mélangés avec les cailloux roulés de phtanite. Telle est, je pense, l'origine première de

ces cailloux ou diamants de Fleurus. On peut retrouver ce cailloutis base du bruxellien avec diamants dans toute la région de Fleurus (1).

Dans une poche creusée dans les carrières de Plomcot on voit à la base du Bruxellien des cailloux de quartz, de phthanite et même d'ampélite, roche cependant bien tendre et qui ne suppose pas un transport bien éloigné.

Après la mer bruxellienne est venue la mer ledienne qui elle, ou bien a remanié le gravier base du bruxellien, ou bien a aussi érodé la crête du Houiller inférieur de façon à se constituer également un gravier de base comme le montre la coupe de la fig. 1.

Enfin à l'époque quaternaire une érosion plus vaste que toutes les précédentes s'est produite surtout aux dépens du manteau tertiaire qui recouvrait notre pays. Pendant cette érosion, les cailloutis tertiaires se sont accumulés à la base du Quaternaire et les sables se sont mélangés aux limons quaternaires. La coupe suivante de la partie nord d'une sablière située contre la grand' route de Fleurus à Wanfercée, près du pont d'Amour, montre bien ce processus de formation.



LÉGENDE :

FIG. III.

1. Sable rude bruxellien.
2. Cailloutis de phthanite noir, de quartz (diamant) et de silex.
3. Limon hesbayen (92 m.) présentant vers le bas des strates de sable bruxellien remanié mais très reconnaissable.

Cette coupe montre bien que les sédiments quaternaires comprennent surtout vers le bas des matériaux remaniés de l'époque tertiaire.

Enfin à l'époque actuelle une dernière érosion est en train de produire ses effets. Le flanc des collines limoneuses exposé au S.-O. est directement battu par le vent de pluie du S.-O. qui est de loin domi-

(1) Nous avons déjà figuré ce cailloutis dans notre travail : *Age de quelques argiles des environs de Fleurus* (Bull. Soc. belge de Géologie, t. VII, 1893, Procès-verbaux, p. 185, figure 2).

nant dans notre pays. Sous l'influence du lavage continu opéré par ces pluies, le limon est entraîné petit à petit et finit par mettre à nu le cailloutis de sa base avec les « diamants » qu'il renferme. C'est ce que l'on peut très bien voir sur la coupe de la fig. 3. C'est de cette façon que tout autour des carrières de Plomcot, on a pu recueillir à la surface du sol des diamants depuis un temps immémorial, comme nous l'avons dit en commençant cet article. On voit donc comment, d'érosion en érosion, les quartz primitivement enfouis dans l'épaisseur du Houiller, ont fini par arriver roulés à la surface du sol actuel.

Il y a une dernière question qu'il nous reste à examiner. Dans la coupe de la figure 1, on voit que l'on trouve des cailloux roulés jusque dans le gisement de barytine lui-même. Dans les places où l'on observe ces cailloux roulés, la barytine, au lieu d'être massive, est arénacée et mêlée de sable, probablement bruxellien. Si l'on tient compte de ce fait et de l'allure spéciale en forme de poche (1) qu'affectent ces amas de barytine remaniée, on est porté à croire que ces poches doivent leur origine à un ravinement par les eaux de la mer bruxellienne du gîte de barytine. Le fait de ce remaniement aurait une certaine importance au point de vue de la détermination de l'âge de ce gîte, qui naturellement serait plus ancien que le bruxellien. On peut se demander cependant si le gîte de barytine est antérieur à l'arrivée des eaux bruxelliennes, comment il se fait que la barytine tendre et peu cohérente n'a pas été érodée par ces eaux, et comment on ne trouve pas de la barytine remaniée dans les sédiments bruxelliens. Ce fait pourrait s'expliquer en admettant que la barytine a été remaniée réellement, mais qu'elle était tellement tendre et fragile que l'érosion l'a réduite en une poudre invisible et impalpable.

A la suite de la communication de M. Stainier, M. Rutot ajoute qu'il a rencontré des quartz hyalins roulés (diamants de Fleurus) en petit nombre, dans le gravier de base du Crétacé de Lonzée, reposant sur le schiste silurien. C'est une nouvelle preuve de l'ancienneté de la roche mère qui a fourni le quartz hyalin. M. Rutot tient à constater qu'il est complètement d'accord avec M. Stainier sur tous les points de son intéressante communication.

La séance est levée à dix heures et demie.

(1) Ces poches descendent jusqu'à des profondeurs inconnues sous le niveau des eaux. Il est bon d'ajouter que la forme de ces poches et leurs relations avec le sable bruxellien qui les recouvre ne sont pas suffisamment établies pour que la question puisse être tranchée définitivement.

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ANNUELLE

DU 18 DÉCEMBRE 1894.

Présidence de M. G. Jottrand, Président.

La séance est ouverte à 9 heures.

Le Procès-Verbal de l'Assemblée générale du 19 décembre 1893 est approuvé :

Rapport annuel du Président.

M. le *Président* donne lecture du rapport suivant :

MESSIEURS,

Je suis arrivé au terme du mandat dont vous avez bien voulu m'honorer pendant deux années. Conformément à nos statuts, je dois, avant de descendre du fauteuil présidentiel, vous présenter un rapport sur l'état de notre Société, sur ses relations scientifiques et sur les progrès réalisés dans les diverses sphères de notre activité.

Permettez-moi d'intervertir l'ordre dans lequel nos statuts énumèrent les trois points dont je dois m'occuper et laissez-moi vous parler d'abord de nos travaux scientifiques et de leurs résultats. Dans le courant de l'année 1894, nous nous sommes réunis dix fois en assemblée mensuelle ordinaire, quatre fois en séances de la section d'applications, quatre fois pour des excursions sur le terrain, et une fois pour une conférence avec projections lumineuses.

Dans nos réunions mensuelles les questions de géologie pure ont donné lieu à d'intéressantes communications de MM. *Blanchard*, sur les venues d'eau dans les exploitations charbonnières à l'approche des roches calcaires; *Bourdariat*, sur les alluvions aurifères des environs de Grenade; *Dupont*, sur la circulation souterraine des eaux aux environs de Rochefort et de Han-sur-Lesse et sur les travaux de découvertes poursuivis à Couvin à la perte de l'Eau Noire; *Klement*, sur l'origine de la Dolomie; *Lechien*, sur les conditions où a été découvert l'Ichthyo-

saure d'Arlon ; *Rutot*, sur l'échelle stratigraphique du Landenien, sur les résultats de ses observations de géologie au littoral belge et sur les concordances entre le Crétacé du Hainaut et celui du Limbourg ; *Stainier*, sur les changements du cours de la Meuse pendant et depuis l'époque quaternaire, et sur la composition du Houiller inférieur de la basse Sambre.

Les questions paléontologiques y ont été traitées par M. *Dollo*, qui nous a entretenu des ancêtres du chameau, de l'Ichthyosaure d'Arlon, d'une Libellule géante, des Éponges, des Crinoïdes, des Céphalopodes fossiles, de l'origine de la Sole et, à diverses reprises, de la discontinuité de l'évolution ; M. *Stainier*, qui nous a présenté un nouveau *Spiraxis* du Devonien et diverses observations sur d'autres objets intéressants. En outre, nous ont fait parvenir par écrit : M. *Pergens*, le fruit de ses études sur les Bryozoaires du Sénonien de l'arche de Lèves, de Cachenback et des marnes de Buda ; M. *Pohlig*, des observations sur une nouvelle forme du *Cervus Hiberniæ*, le grand élan des tourbières irlandaises et M. *Storms*, la continuation de ses recherches sur les poissons du terrain rupélien.

Les quatre séances de la Section d'application ont été consacrées à une question hydrologique qui semble inépuisable, celle de la valeur des sources fournies par nos calcaires massifs pour l'alimentation de nos grandes villes en eau potable et du choix des moyens à employer pour les capter et assurer leur pureté ; MM. *Putzeys*, *Walin*, *Verstraeten* et *Rome* nous ont successivement exposé leurs vues à ce sujet.

Elles sont fort divergentes et comme ceux qui préconisent ces eaux comme sûres et aussi bonnes qu'elles sont belles sont aussi convaincus que ceux qui les prétendent douteuses et perfides, les discussions ont pris parfois une allure très animée.

L'amour-propre des savants et surtout des spécialistes n'est pas plus lent à s'irriter que celui du commun des hommes, et cela, joint à l'ardeur des convictions scientifiques, suffit à expliquer à ceux qu'elle pourrait étonner, la chaleur des débats que soulève ici un élément réputé réfrigérant et extincteur par excellence.

Nous n'avons pu vous offrir qu'une conférence illustrée, due à l'infatigable complaisance de M. *Rutot*, qui a bien voulu faire pour notre excursion de 1893 au pays des calcaires, ce qu'il avait fait l'an passé pour notre visite dans l'Eifel, et, grâce à la photographie, nous ramener en une soirée devant les principaux points de vue qui nous avaient séduits pendant toute une semaine dans les belles vallées de la Lomme, de la Lesse, du Bocq et du Hoyoux.

La fête de microscopie que nous annoncions dans notre rapport de

l'an dernier, n'a pu s'organiser ; ce n'est, espérons-le, que partie remise, car ce serait chose à la fois bien instructive et bien attractive, que la grande excursion dans le monde des infiniment petits, à laquelle nous nous proposons de convier nos membres et leurs familles.

De même, la session extraordinaire que nous vous appelions à aller tenir dans le Jura et les Alpes avec le congrès géologique international réuni à Zurich, n'a pu avoir lieu ; elle a été remplacée par l'excursion dans le Luxembourg jurassique dont nous n'avions voulu, à l'origine, faire qu'une sorte de préface de l'étude sur les lieux du Jura lui-même.

D'autres causes ont entravé la réalisation des visites projetées aux carrières de calcaire de Soignies et de Tournai pour lesquelles le temps pluvieux a, entre autres, été un obstacle, et à l'*Exposition d'Anvers* qui, somme toute, se prêtait peu aux conférences-promenades que nous avions projetées.

Deux excursions complémentaires de notre étude des eaux des massifs calcaires de la Famenne et du Condroz ont eu lieu, l'une sous la direction de M. Dupont aux grottes de Han, de Rochefort et aux pertes de la Lomme, l'autre aux sources des environs de Spontin.

Le compte rendu de la première nous a été présenté à la séance du 29 mai 1894, mais comme il était intimement lié à l'exposé complet des constatations et des discussions auxquelles a donné lieu notre session extraordinaire du mois d'août 1893, nous avons regardé comme d'un haut intérêt scientifique de réunir dans un même volume le travail de M. Dupont et celui de M. le capitaine Willems. On trouve déjà dans ce dernier la preuve que les thèses de M. Dupont, conformes du reste à ce qui est admis par la science géologique européenne, si elles ont de très chauds partisans parmi nous, ne restent pas cependant sans contradicteurs, et notre Bulletin de 1894 contiendra, plus amplement développés encore dans les discussions de la Section d'hydrologie, les arguments auxquels ceux-ci font appel ; une partie importante de ce Bulletin vous a déjà été distribuée.

Deux autres excursions d'un haut intérêt ont suivi les deux précédentes. Dans l'une, parfaitement dirigée par M. Stainier, professeur de géologie et de paléontologie à l'Institut agricole de Gembloux, nous avons étudié la série de belles coupes géologiques que fournit la Vallée de l'Orneau depuis Gembloux jusqu'au débouché de cette rivière dans la vallée de la Sambre ; elle a été marquée par la découverte d'un gisement fossilifère dans les roches rouges du Mazy, dont la place dans l'échelle des assises devoniennes était encore jusqu'ici indécise, faute d'éléments paléontologiques caractéristiques. Une visite des installa-

tions réorganisées de la station agricole annexée à l'Institut, et dont M. Petermann, son éminent directeur, nous a fait les honneurs, puis un court examen de la carrière silurienne, avec filon plutonien d'Eurite, de Grand-Manil, ont terminé la journée.

L'autre excursion, qui a suivi de près la précédente, avait pour objet l'étude des terrains triasique et jurassique des environs d'Arlon et de Florenville. Elle était organisée conjointement avec la Société géologique du Luxembourg, fondée depuis un an à peine, sur l'initiative prise par M. l'ingénieur Lechien, un de nos membres les plus dévoués, et qui, appelé à la direction du chemin de fer de l'État à Arlon, s'y est, sans désespérer, appliqué à grouper en un solide faisceau les nombreux amis des sciences naturelles, au milieu desquels il venait de débarquer. — Les excursions, qui ont pris quatre jours, avaient pour directeur M. Victor Dormal, membre du corps enseignant de l'Athénée d'Arlon, et depuis longtemps notre collègue dévoué, M. Lechien président du groupe des géologues luxembourgeois devait l'assister, mais un brusque et douloureux événement de famille l'en a empêché.

La jeune Société, que nous pouvons considérer comme une branche vigoureuse poussée sur le tronc que nous avons planté il y a huit années, a brillamment débuté dans cette circonstance; nous appelons de tous nos vœux l'organisation, dans chacune de nos provinces, de groupements semblables et d'excursions en commun sous la direction de guides expérimentés; on y puise en même temps la santé du corps et celle de l'esprit; les grands aspects de la nature ne perdent rien de leur charme puissant pour celui qui en pénètre les éléments constitutifs et les origines jadis si mystérieuses; la région la moins pittoresque et la plus monotone en apparence acquiert un puissant intérêt pour celui qui l'analyse, la dissèque, et sait trouver sous une écorce banale des faits, souvent d'une importance capitale, pour la solution de problèmes posés ailleurs; il y a des géologues pour les Pays-Bas comme il y en a pour les Alpes, tous également épris de leurs travaux, et à juste titre car ceux-ci sont également utiles et également attrayants.

Le compte rendu détaillé de notre excursion dans le Bas-Luxembourg est fait par les soins de M. Dormal, il paraîtra dans le plus prochain fascicule de notre Bulletin de 1894.

La conférence sur l'Ichthyosaure, par laquelle M. Dollo a clôturé notre premier jour d'excursion, a, on peut le dire, allumé la passion de la paléontologie dans l'esprit de toutes les couches intelligentes de la population d'Arlon, sans distinction de sexe, et le conférencier poursuit aujourd'hui dans cette ville devant un nombreux auditoire une série de leçons sur l'histoire naturelle, sous les auspices de l'extension de l'Université de Bruxelles.

Notre Bulletin pour l'année 1893, tome VII de nos publications, est maintenant complet, il réalise et au delà les promesses que j'avais formulées dans mon rapport de l'année dernière. Son achèvement a subi quelque retard, mais nul, espérons-nous, ne s'en plaindra, en présence de l'abondance et de l'importance des travaux qu'il contient.

Du Bulletin de l'année 1894, une partie est déjà publiée, il sera certes à la hauteur des précédents ; plus de douze planches y trouvent place. Nous sommes assurés de pouvoir y annexer la carte pluviométrique qui couronne les belles statistiques dues au patient travail de M. Lancaster. Le désir de présenter au public une œuvre qui comme exécution cartographique fût à l'abri de toute critique, a fait obstacle à l'apparition plus rapide de cet important document ; le résultat atteint fait, par sa perfection, oublier le temps pendant lequel on l'a patiemment attendu. Il fait honneur à notre Institut cartographique militaire, qui a résolu le problème de rendre bien distincts douze degrés différents d'intensité pluviale, au moyen d'une seule couleur, le bleu, simplement en en variant habilement les nuances.

La carte traduit graphiquement le résultat moyen des longues observations dont M. Lancaster a déjà publié les résultats plus détaillés dans un volume mis depuis un an déjà à votre disposition. Dans un second volume qui ne tardera point à paraître, la répartition des précipitations moyennes, suivant les mois, les années, les saisons ; les maxima et les minima ; la part des neiges, etc., etc., seront indiqués pour chacune de nos localités, et l'œuvre sera enfin un jour complétée par une carte franchissant nos frontières politiques et allant jusqu'aux lignes de faîtes où prennent naissance nos deux fleuves nationaux et leurs affluents.

La valeur de ces travaux est hautement appréciée dans le public et ils ont valu à leur auteur un diplôme de médaille d'or décerné par le Jury de l'Exposition d'Anvers.

Nous ne pourrions malheureusement distribuer ces précieux documents à nos membres tout à fait gratuitement, mais nous les ferons jouir d'une réduction de 50 % sur le prix du commerce.

La haute valeur de nos publications est de jour en jour plus appréciée ; les demandes d'échange qu'on nous adresse, vont toujours croissant ; nous recevons aujourd'hui 95 publications périodiques en échange de 75 exemplaires de notre Bulletin.

Ce service est d'une haute importance, nous devons arriver si possible à mettre à la disposition de nos collaborateurs tous les bulletins publiés à l'étranger par des instituts et Sociétés voués à la culture

des branches de la science que nous avons inscrites dans notre titre social.

De nombreux dons en livres et brochures sont venus encore enrichir notre bibliothèque, ils nous arrivent surtout de l'étranger ; c'est ainsi que M. le professeur Prestwich a eu l'aimable attention de nous gratifier d'un bel exemplaire de l'*Oryctographie des environs de Bruxelles* du chevalier de Burtin. Analyser cette description, devenue rare, des fossiles et des minéraux du Brabant et le *Mémoire sur les révolutions et l'âge du Globe* dont son auteur l'a fait suivre en 1790, constater par là d'une manière détaillée où en était l'étude de la géologie et de la paléontologie en Belgique à la fin du siècle dernier, mesurer ainsi l'espace parcouru dans ce domaine, en cent ans dans notre pays, serait une entreprise louable, car de Burtin n'était pas un esprit ordinaire, et dans la publication par laquelle notre Académie, jetant un coup d'œil en arrière sur le chemin qu'elle avait parcouru, a marqué en 1872 le centième anniversaire de sa fondation, de Burtin est cité avec de grands éloges, avec preuves à l'appui, par M. Dewalque, dans son rapport sur la géologie et la minéralogie, par M. Van Beneden, dans son rapport sur la zoologie et la physiologie et par M. Morren, dans son rapport sur la botanique.

Si la question du lieu de nos séances a reçu une solution que je crois satisfaisante, grâce à la bienveillante hospitalité du Conseil d'administration de l'Université de Bruxelles, qui, sans aucune condition, a mis à notre disposition sa salle de réunion, la question du logement définitif de notre bibliothèque est toujours en suspens, l'engagement de faire relier nos périodiques, que nous devons cependant persister à demander à l'établissement scientifique auquel nous les céderions, est un sérieux obstacle à la conclusion de l'arrangement que nous avons en vue, car ces reliures constituent une charge pécuniaire assez notable.

J'ai eu l'occasion dans notre séance du 30 janvier 1894 de vous proposer de cordiales félicitations à MM. Gosselet, Dupont, Dollo, Bommer, Tedesco, et Willems, à l'occasion d'événements heureux et récents de leur carrière scientifique ou professionnelle; m'autorisant de ce précédent, j'adresse d'abord à M. Gosselet vos compliments, pour le cours de *Géographie physique* du nord de la France et de la Belgique, qu'il publie en ce moment par livraisons ; l'exemple qu'il donne en poursuivant ses descriptions au delà des frontières établies arbitrairement par la politique et les conquêtes, et en n'acceptant pour limites que celles que la nature a créées, devrait être suivi par nous ; les anciens Pays-Bas espagnols, dont notre petite Belgique ne comprend plus que des débris, constituaient vraiment une unité géographique distincte,

et nous ne pouvons bien connaître notre pays au point de vue physique qu'en franchissant de tous les côtés ses frontières pour ne nous arrêter qu'aux crêtes séparatives des bassins fluviaux qu'il n'occupe plus aujourd'hui qu'en partie.

Puis, je passe à M. le capitaine *Cuvelier* qui, par la publication du *Cours de géologie*, qu'il professe à l'Ecole d'application, a mis à la disposition de tous, un excellent traité élémentaire, absolument au niveau des dernières constatations scientifiques, tant dans des notions générales que dans l'application de celles-ci spécialement à la Belgique, et enfin je signale les cours confiés récemment à M. *Dollo*, par l'Institut des cours supérieurs pour dames et par l'Extension de l'Université de Bruxelles, qui de plus lui a remis le soin de sa présidence. Je ne puis oublier M. le docteur *Jacques*, appelé à présider la Section scientifique de la Société d'études coloniales, et que M. Dollo encore assiste comme vice-président.

Nos membres continuent donc à contribuer largement à l'expansion au dehors, des notions exactes sur le passé et le présent du monde physique, notions pour lesquelles la demande va s'accroissant partout et tous les jours.

Le renom de notre Société suit la même progression que l'activité de nos membres et, dans un récent discours, M. le directeur de la classe des sciences de notre Académie a rendu hommage à la haute valeur de nos travaux, surtout en fait d'hydrologie.

Récemment encore la ville de Beaumont nous demandait de l'éclairer sur les mesures à prendre pour augmenter la somme de ses eaux potables, et nous avons confié à M. Rutot le soin d'examiner l'état de la question, pour savoir avant tout s'il était tel que nous pussions répondre à cet appel sans intervenir dans des intérêts privés en conflit.

A l'Exposition d'Anvers nos publications et nos cartes nous ont mérité un diplôme de médaille d'or.

Nous avons, dans notre séance du 12 mars 1892, institué une commission pour l'étude des matériaux de construction employés en Belgique ou susceptibles de l'être; un programme de ces études préparé par M. Van Bogaert, avait été immédiatement adopté, cette commission s'était aussitôt constituée choisissant pour président M. l'ingénieur Berger, administrateur-inspecteur-général des ponts et chaussées, et pour secrétaire, M. Van Bogaert, ingénieur au chemin de fer de l'État, et chargé des études préparatoires pour la construction de la gare de l'Est à Anvers.

Cette entreprise nouvelle avait été signalée à M. le Ministre de

l'agriculture, de l'industrie et des travaux publics, afin qu'il voulût bien nous accorder le concours des architectes et des ingénieurs attachés à son importante administration. Le programme de l'œuvre était joint à notre lettre. (*V. Bulletin*, 1892, pp. 67 et 85.)

Nous avons à remercier M. le Ministre de l'empressement avec lequel il a déféré à notre demande. Les premiers résultats des travaux de son personnel viennent de nous parvenir. Ils constituent déjà un volumineux dossier, que la commission aura à dépouiller.

Nous croyons qu'il serait utile d'adresser à M. le Ministre des chemins de fer un appel semblable à celui que nous venons de rappeler. Les travaux exécutés directement par les ingénieurs de son département fournissent de nombreuses occasions de réunir des renseignements précieux, d'abord sur les matériaux employés et ensuite sur les eaux rencontrées et les terrains traversés dans le creusement des puits d'alimentation des gares et des maisons de garde, l'exécution des tranchées, etc.

Ces renseignements minutés dans les rapports de MM. les ingénieurs, passent au bout de peu de temps dans les cartons, où ils tombent dans l'oubli. Il suffirait de donner des instructions pour qu'ils fussent extraits en temps utile des documents qui les contiennent et réunis en un recueil spécial, pour servir au progrès de la science dont nous sommes les fidèles.

Nous avons à regretter d'avoir été privés, malgré nos services et sans motifs connus, du subside annuel que nous allouait la députation permanente du Brabant. Il nous a été promis dans la récente session du Conseil provincial que cette omission serait réparée par l'allocation en 1895 d'un subside double du subside ordinaire. Un vote formel nous assure la réalisation de cette promesse. Nous remercions le Conseil de cet acte de sage administration. Ce subside est pour nous le seul moyen d'équilibrer les colonnes de notre budget et de continuer à donner à la partie pratique de notre Bulletin les développements qui ont été déjà maintes fois d'un grand secours aux administrations publiques.

Dans cette même séance du 30 janvier dernier, je signalais à vos regrets le vide que venait d'ouvrir dans nos rangs la mort prématurée d'un homme d'initiative et de talent M. *Alfred Solvay*.

M. *Dollo* en quelques mots nous faisait mesurer toute l'étendue de la perte immense que la Belgique et la science universelle subissaient par suite de la disparition du grand naturaliste P. J. *Van Beneden*, dont en même temps il nous promettait la biographie.

Depuis, d'autres décès sont venus éclaircir encore les rangs de nos membres, le Docteur *Paul Albrecht*, qui laisse d'importants travaux

d'anatomie comparée, est mort à Hambourg; M. *Casimir Ubaghs*, un de nos fondateurs et des collaborateurs assidus de notre Bulletin, est mort à Maestricht; M. *Ernest Reisse*, ancien président du Conseil provincial du Brabant, est mort à Bruxelles; M. *William Topley*, attaché au service géologique officiel d'Angleterre et un de nos membres honoraires, est mort à Londres.

Nous leur devons à tous un souvenir reconnaissant et sympathique.

Malgré ces pertes, et grâce à l'admission de cinq membres effectifs nouveaux et de quatre membres associés régnicoles, nos rangs restent compactes. Nous avons à la fin de 1893, 405 membres. Nous en comptons à l'heure actuelle 400, dont :

	1	membre	protecteur.
49	—		honoraires.
22	—		associés étrangers.
287	—		effectifs.
41	—		associés régnicoles.

Je suis heureux, Messieurs, d'avoir vu sous ma présidence notre Société maintenir en tout le rang où elle s'était élevée. Les deux années que j'ai passées à votre tête compteront dans mes souvenirs comme des meilleures de mon existence; l'assiduité à laquelle j'étais astreint m'a été très utile, j'ai beaucoup appris à vos séances et à vos excursions et en même temps que j'augmentais la somme de mes notions scientifiques, j'augmentais aussi, laissez-moi l'espérer, le nombre de mes amis. Peut-on être plus heureux?

Approbation des comptes de l'année 1894 et Rapport du Trésorier :

M. le *Trésorier* donne lecture du rapport suivant :

RAPPORT DU TRÉSORIER

MESSIEURS,

Avant de vous exposer les chiffres de notre situation financière, je dois m'accuser d'avoir été, l'an dernier, trop optimiste dans l'évaluation des recettes.

D'une part, j'ai porté à l'actif une somme de mille francs représentant le subside annuel que nous alloue le Conseil provincial, mais qui

semble devoir nous échapper en 1894 malgré les diligences faites en temps opportun pour l'octroi de cette allocation.

D'autre part, sur une prévision de fr. 1.460 pour recouvrement de cotisations arriérées, il y a eu un déchet de 80 p. c.

Il résulte des renseignements obtenus officieusement quant au premier point, que notre subside a été réparti au profit d'autres Sociétés, mais nous avons obtenu depuis lors la promesse, — j'allais dire l'assurance, — que ce préjudice serait réparé l'an prochain, c'est-à-dire que nous recevrons, en 1895, 2.000 fr. au lieu de 1.000.

En ce qui concerne les cotisations non recouvrées, le Conseil de la Société, dans sa séance du 29 novembre dernier, a pris connaissance de la liste des membres défaillants et a décidé de rayer, en dehors de quelques exceptions motivées, ceux d'entre eux qui ne satisferaient pas à un nouvel et dernier appel.

Il résulte de ces mécomptes que le résultat final de l'exercice en cours est défavorable car, en maintenant dans les prévisions des recettes, — sous toutes réserves bien entendu — l'allocation de la province, il se soldera probablement par un déficit de 700 à 800 francs, d'après les relevés suivants :

SITUATION AU 29 NOVEMBRE 1894.

Recettes.

Encaisse au 28 novembre 1893	fr. 4497 10
Droits d'entrée.	130 00
Cotisations de l'exercice en cours	3425 00
Cotisations d'exercices antérieurs	320 00
Vente des publications	855 00
Subside de l'État (1893).	1000 00
Revenu du portefeuille	80 00
Remboursement de frais d'encaissement.	21 32
Total des recettes	fr. 10328 42

Report. fr. 10328 42

Dépenses.

Solde de l'impression du tome VI (1892) fr. 1068 57

Payé à valoir sur :

Impression et planches du tome VII (1893) fr. 2411 16

» » » VIII (1894) » 1801 24

FRAIS GÉNÉRAUX :

Conférences et excursions. . fr. 93 68

Employé du secrétariat, frais de
circulaires, convocations, four-
nitures de bureau, bibliothèque,
ports et menues dépenses . fr. 778 32

Participation de la Société à l'Expo-
sition d'Anvers. fr. 276 25

Solde des frais généraux de l'exer-
cice 1893 fr. 451 65

fr. 1599 90

Total des dépenses . fr. 6880 87

Soit un encaisse à ce jour de . fr. 3447 55

Il reste à recevoir pour l'exercice 1894 :

Droits d'entrée. fr. 20 00

Cotisations de l'exercice en cours 530 00

Cotisations arriérées (pour mémoire). . . . » »

Subside de l'État (1894) 1000 00

» de la Province (1894?) 1000 00

fr. 2550 00

Total en recettes . fr. 5997 55

Par contre, les dépenses restant à solder
pour le même exercice, comprennent :

Solde des frais d'impression du tome VII, fr. 2085 30

Solde des frais d'impression et de planches

du tome VIII 4198 76

Frais généraux. 431 25

Total. fr. 6715 31

D'où un déficit éventuel de . . fr. 717 76

L'assemblée approuve les comptes de 1894 tels qu'ils viennent d'être exposés par M. le Trésorier.

Projet de budget pour l'exercice 1895. (Suite du rapport de M. le Trésorier.)

Le projet de budget pour 1895, arrêté en séance du Conseil, balance en recettes et en dépenses par une somme de 6845 francs, toujours en tenant compte de l'intégralité de nos subsides ; 5700 francs sont réservés dans ces évaluations pour la publication du tome IX de notre Bulletin.

Je n'ai plus cru devoir faire état d'une augmentation éventuelle de nos ressources du chef de l'admission de nouveaux membres, attendu que les radiations par décès ou démissions contrebalancent généralement celles-ci au cours d'un exercice.

Au contraire, j'ai réduit à 250, pour les raisons indiquées plus haut, le nombre des cotisations de membres effectifs.

Fonds spécial de la Carte pluviométrique.

Le fonds spécial capitalisé, réservé à la publication de la *Carte pluviométrique*, s'est accru de fr. 118,95 pour intérêts.

Les dépenses pour dessins et impression se sont élevées à fr. 1123.80.

Le solde disponible à ce jour est de fr. 3097.90.

L'assemblée approuve le projet de budget tel qu'il lui est présenté, au nom du Conseil, par M. le Trésorier, et des félicitations sont adressées à celui-ci pour la bonne gestion des finances de la Société. — (*Applaudissements.*)

Le rapport et le projet sont approuvés.

M. le Dr *Rome* présente quelques observations au sujet des publications, qu'il trouve trop coûteuses et fait des propositions d'examen de cette question. Il croit, se basant sur des données qui lui ont été transmises, qu'une notable économie pourrait être obtenue en employant la voie de l'adjudication publique.

Après une discussion, à laquelle prennent part MM. *Dollo, de Buschere, Walin* et *Van den Broeck*, les membres de l'Assemblée se mettent d'accord pour admettre que s'il est possible d'avoir la garantie de bonnes conditions d'exécution, par des imprimeurs ayant l'habitude des travaux scientifiques et pouvant fournir, à mérite égal, des volumes coûtant un prix sensiblement inférieur à celui que nous payons actuellement, il ne faudrait pas hésiter à examiner la question et à laisser soumissionner les divers imprimeurs pouvant offrir les garanties nécessaires. Plusieurs membres croient cependant qu'il pourrait suffire

de réclamer de l'imprimeur actuel des conditions plus favorables et surtout une meilleure qualité de papier.

Le Bureau est chargé de prendre en considération les diverses observations présentées et d'étudier mûrement la question lorsque des propositions lui seront parvenues.

Fixation du chiffre de la cotisation et des prix de vente et d'abonnement des publications.

Aucune modification aux décisions antérieures n'est apportée ni demandée par l'Assemblée et, comme précédemment, il reste admis que les membres nouveaux désireux, pendant l'exercice 1895, d'obtenir, avec la réduction de 50 %, les huit volumes antérieurs (1887 à 1894), pourront facultativement échelonner sur 4 exercices le paiement de leur acquisition (fr. 80 au lieu de 160), soit pendant quatre ans un supplément de 20 francs à la cotisation annuelle. Les huit volumes leur seront envoyés aussitôt la demande faite et le premier versement réglé avec la cotisation de l'année.

Fixation des jours et heures des séances.

Les séances mensuelles, spécialement réservées à la Géologie et à la Paléontologie, auront lieu, comme d'habitude, le dernier mardi de chaque mois, à 8 heures et demie, sauf pendant les vacances des mois d'août et de septembre.

Des séances supplémentaires d'Hydrologie et d'applications géologiques, des conférences et causeries avec projections lumineuses, auront lieu à des époques variables, qui seront annoncées aux séances mensuelles et par des convocations spéciales.

TABLEAU INDICATIF DES JOURS ET HEURES DE SÉANCE

ANNÉE 1895

<i>Janvier,</i>	Mardi	29, à 8 1/2 heures.	<i>Juillet,</i>	Mardi	30, à 8 1/2 heures.
<i>Février,</i>	Mardi	26, à 8 1/2 heures.	<i>Août,</i>	} Vacances.	
<i>Mars,</i>	Mardi	27, à 8 1/2 heures.	<i>Septembre,</i>		
<i>Avril,</i>	Mardi	30, à 8 1/2 heures.	<i>Octobre,</i>	Mardi	29, à 8 1/2 heures.
<i>Mai,</i>	Mardi	28, à 8 1/2 heures.	<i>Novembre,</i>	Mardi	26, à 8 1/2 heures.
<i>Juin,</i>	Mardi	25, à 8 1/2 heures.	<i>Décembre,</i>	Ass. Gén. Mardi	24 à 8 1/2 h.

L'Assemblée générale annuelle du 24 décembre pourra être précédée, s'il en est besoin, d'une séance ordinaire.

Session extraordinaire de 1895 et programme des excursions de l'année.

Le Conseil, espérant montrer aux excursionnistes de la Société, l'intéressante contrée si riche en attractions géologiques et pittoresques, qu'offre le Nord de la France et le Boulonnais, s'était adressé à M. le professeur *J. Gosselet*, de la Faculté des sciences de Lille et notre ancien Président.

Le savant auteur de l'*Ardenne* s'est mis obligeamment à la disposition de la Société et a accepté de la conduire pendant les vacances, suivant un itinéraire qu'il propose et qui comprendrait successivement : Lille, Cassel, Saint-Omer, Calais, falaises du Blanc-Nez, Wissant, Sangatte, Boulogne, ses falaises et ses environs. (Jurassique et Primaire.)

L'Assemblée est unanime pour remercier M. le professeur Gosselet et décide que la session annuelle extraordinaire de 1895 aura lieu dans le Nord et dans le Boulonnais.

La date probable de l'excursion sera la Pentecôte,

Pour les excursions ordinaires du dimanche M. *Walín* propose des visites aux carrières de Soignies et de Tournai.

M. *X. Stainier* propose une excursion à Floreffe en vue de l'étude des terrains devonien, carbonifère et houiller. Enfin M. *A. Rutot* propose une excursion sur le littoral, en vue de vérifier ses résultats nouveaux, acquis par l'étude des dépôts modernes de la côte belge. Ces diverses propositions sont adoptées.

L'ordre du jour appelle ensuite les élections.

Élection d'un Président, en remplacement de M. *G. Jottrand*, non rééligible.

Est élu Président, à l'unanimité, M. *L. Dollo*.

Élection de quatre Vice-Présidents.

D'après l'article 33 des Statuts, exigeant le remplacement annuel des quatre Vice-Présidents, non rééligibles, il est procédé à l'élection de quatre Vice-Présidents.

Sont nommés Vice-Présidents par le vote de l'assemblée :

MM. *E. Dupont*, *A. Houzeau*, *A. Rutot* et *X. Stainier*.

Élection d'un Trésorier.

M. *F. Béclard* ayant exprimé le désir formel d'être déchargé de ses fonctions, trop absorbantes vu le peu de loisir dont il dispose, il est procédé à l'élection d'un Trésorier.

M. le Dr *Th. Gilbert* ayant bien voulu accepter ces fonctions, qui lui seront facilitées par le bienveillant concours du Trésorier sortant, est élu Trésorier de la Société.

Élections des délégués du Conseil.

Sont nommés délégués du Conseil :

MM. *V. Jacques*, *J. Willems* et *E. Cuvelier* qui complètent, avec M. *F. Béclard*, le nombre réglementaire des quatre délégués du Conseil, au Bureau.

Élection de cinq membres du Conseil.

Sont nommés membres du Conseil :

MM. *V. Dormal*, *A. Hankar*, *Ch. Puttemans*, *P. Vogelaere*, et *Van Bogaert*.

Élection de la Commission de vérification des comptes.

Par le vote unanime de l'Assemblée MM. *De Munck*, *A. Hankar* et *E. Van Overloop* sont maintenus dans leurs fonctions.

Section d'hydrologie et d'applications géologiques.

Le bureau des séances de cette section est constitué comme suit :

M. *G. Jottrand*, Président ; MM. *Lahaye*, *Lancaster*, *Putzeys* et *Verstraeten*, Vice-Présidents, M. *A. Rutot*, Secrétaire.

Élection du Comité de publications.

MM. *E. Dupont*, *A. Houzeau* et *J. Willems* sont élus membres du Comité de publications.

La séance est levée à 10 heures.

COMPOSITION DU BUREAU ET DU CONSEIL

Par suite des élections ci-dessus indiquées, le Conseil est constitué ainsi qu'il suit pour l'exercice 1895 :

Président :

L. Dollo.

Vice-Présidents :

E. Dupont, A. Houzeau, A. Rutot, X. Stainier.

Secrétaire :

E. Van den Broeck.

Trésorier :

Th. Gilbert.

Bibliothécaire :

I. Nizet.

Délégués du Conseil :

F. Béclard, E. Cuvelier, V. Jacques, J. Willems.

Membres du Conseil :

**V. Dormal, Th. Gilbert, A. Hankar, Ch. Puttemans,
Cl. Van Bogaert, P. Vogelaere.**

—

BUREAU DE LA SECTION D'APPLICATIONS GÉOLOGIQUES : HYDROLOGIE, ETC.

Président :

G. Jottrand.

Vice-Présidents :

Ch. Lahaye, A. Lancaster, E. Putzeys, Th. Verstraeten.

Secrétaire :

A. Rutot.

M É M O I R E S

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE & D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

TOME VIII

ANNÉE 1894

BRUXELLES

POLLEUNIS ET CEUTERICK, IMPRIMEURS

37, RUE DES URSULINES, 37

M É M O I R E S
DE LA
SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE, DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE
BRUXELLES
TOME VIII — ANNÉE 1894

É T U D E
SUR LE
BASSIN HOUILLER D'ANDENNE (1)

PAR
X. Stainier

Docteur en sciences naturelles,
Membre de la Commission de la Carte géologique de Belgique,
Professeur de Géologie à l'Institut agricole de l'État à Gembloux.

Voir Pl. I, II, III.

Le bassin houiller d'Andenne constitue une région très intéressante tant au point de vue géologique qu'au point de vue industriel. En effet c'est là que les assises inférieures du terrain houiller présentent leur développement le plus typique. C'est là également que, par suite de nombreuses exploitations et de nombreuses coupes naturelles, on peut le mieux étudier ces assises inférieures.

En procédant au levé géologique des planchettes de Gesves, d'Andenne et de Couthuin, qui comprennent le bassin houiller d'Andenne, j'ai eu l'occasion de recueillir de nombreux renseignements (2) tant sur les exploitations souterraines que sur les indications

(1) Mémoire présenté le 31 octobre 1893, mais qui, à cause des planches qui l'accompagnent, a dû être reporté au Tome VIII de 1894, le budget du Tome VII ne pouvant suffire à une telle majoration du nombre actuel des planches de ce volume.

(2) Je saisis ici avec plaisir l'occasion de remercier toutes les personnes qui ont bien voulu m'assister dans mon travail. Je dois signaler tout d'abord l'Administration des mines, dans la personne de M. Depoitier, directeur des mines, à Namur et M. Wilhem, directeur des mines, à Liège. Sans les précieux documents qu'ils m'ont communiqués, il m'eût été impossible de mener ce travail à bonne fin. J'ai également à remercier tous les directeurs des charbonnages de la région qui ont bien voulu me renseigner sur les faits intéressants de leurs exploitations.

de la surface. Ces renseignements m'ont permis d'établir le synchronisme des roches et des couches connues dans ce bassin et d'en dresser une carte figurant leur affleurement.

Une étude approfondie du bassin d'Andenne était d'autant plus nécessaire que des opinions contradictoires se trouvent en présence tant dans la littérature scientifique que dans l'opinion des exploitants, et ce sur des questions de la plus haute importance pour l'avenir du bassin.

Ayant pu résoudre les questions pendantes d'une façon que je crois définitive dans ses grandes lignes, j'ai cru utile de publier le résultat de mon travail. La chose était, je crois, d'autant plus nécessaire qu'il serait difficile d'arriver à un résultat certain sans procéder comme j'ai dû le faire pour mener à bonne fin mes levés géologiques.

En effet, il ne serait pas possible de raccorder ici les différentes couches du bassin simplement par l'étude des travaux souterrains. Ces travaux sont trop éloignés les uns des autres, lors même qu'ils ne sont pas isolés par des failles. Ici on ne pouvait arriver à un raccordement des couches qu'en utilisant à la fois les données souterraines et les indications des affleurements de roches caractéristiques si remarquables et si abondantes dans la région.

C'est le résultat de ce travail de levé des affleurements, nécessité par mes levés géologiques et combiné avec l'étude des travaux souterrains, que je sou mets aujourd'hui à la publication.

STRUCTURE GÉOLOGIQUE GÉNÉRALE DU BASSIN.

Comme on le sait, notre formation houillère belge n'est pas continue d'un bout à l'autre du pays. Elle est interrompue dans la vallée du ruisseau de Samson par le relèvement du calcaire carbonifère, qui a amené au jour le fond des bassins houillers et a divisé ceux-ci en deux par l'affleurement d'une bande de calcaire. A partir de cette vallée le fond des bassins s'enfonce rapidement vers l'ouest dans le bassin du Hainaut, à l'est dans le bassin de Liège. Le bassin houiller d'Andenne (1) constitue l'extrémité occidentale du bassin de Liège depuis son origine dans la vallée du Samson, jusqu'à l'endroit où il traverse la Meuse, entre Seilles et Statte. Mais au lieu d'être simple comme

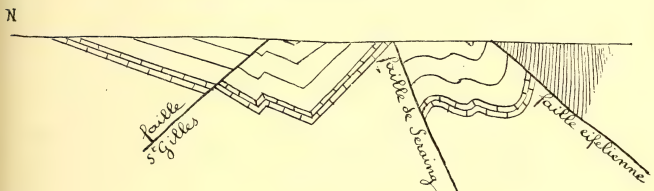
(1) Comme je l'ai représenté sur ma carte, Pl. I, le bassin d'Andenne constitue une division naturelle du grand bassin de Liège, mais non une division administrative, car deux de ses concessions ressortent à l'Administration des mines de Liège et huit concessions ressortent à l'Administration des mines de Namur.

l'extrémité correspondante du bassin du Hainaut, le bassin d'Andenne est divisé en deux parties par un soulèvement longitudinal de calcaire. Ce soulèvement constitue, en affleurement, une sorte de *presqu'île calcaire* qui, se détachant de la bande calcaire de la vallée de Samson, se poursuit sur environ 8 kilomètres dans le bassin houiller d'Andenne. Cette *presqu'île calcaire* à structure anticlinale divise ainsi ce bassin en deux bassins secondaires : un bassin septentrional et un bassin méridional qui se réunissent dans la concession d'Andenelle, où la voûte calcaire s'enfonce sous le houiller. Un peu plus à l'est le bassin d'Andenne est de nouveau divisé en deux par l'interposition de la voûte calcaire de Lovegnée.

Telle est dans ses grandes lignes la structure générale du bassin houiller d'Andenne. Si nous comparons cette structure à celle des autres bassins nous voyons que l'on retrouve, mais en petit, dans le bassin d'Andenne tous les traits caractéristiques de nos grands bassins, tant au point de vue de l'allure des couches que de celle des failles qu'on y observe.

Voici, par exemple (fig. 1), une coupe schématique du bassin de Liège au méridien de Flémalle.

FIG. 1. — Coupe schématique du bassin de Liège au méridien de Flémalle.



Si l'on compare cette coupe à celles du bassin houiller d'Andenne et spécialement aux coupes n° 1 à 4 on trouve une analogie complète dans l'allure des couches et dans celle des failles.

Allure des couches. A Liège et à Andenne on voit les couches former sur le bord nord des bassins de grandes plateaux peu inclinées et vers le bord sud des dressants renversés se réunissant aux plateaux du nord par une série d'ondulations formées de petites plateaux alternant avec de petits dressants.

Faillies. Les failles du bassin d'Andenne se font remarquer par leur analogie avec celle des autres bassins, par leur parallélisme et par les

rejets qu'elles produisent. Comme la faille de Seraing coupe la voûte calcaire de Flémalle, de même la faille de Wasimont coupe la voûte calcaire de Lovegnée. Quant à la faille de Boussale elle doit être rangée dans une catégorie de failles bien connues en Belgique. On sait qu'il y a eu, presque sur toute la bordure sud de notre formation houillère, un phénomène qui a renversé les roches plus anciennes sur le houiller suivant une faille inclinée au midi et qui fait reposer ces roches plus anciennes sur la tranche des couches houillères redressées. Ces failles, toutes identiques de caractère, sont la faille de Boussu, la faille du midi, la faille d'Ormont, la faille eifélienne. Il est facile de voir d'après les coupes n° 1 à 4 que la faille de Boussale doit être rangée dans la même catégorie.

EXPOSÉ HISTORIQUE ET CRITIQUE DES TRAVAUX PUBLIÉS SUR LE BASSIN D'ANDENNE.

Comme le montre la liste bibliographique ci-dessous (1), le bassin houiller d'Andenne a donné lieu à de nombreux travaux. Nous allons analyser ces travaux en nous plaçant à deux points de vue différents;

1° Au point de vue de la description et de la distinction des couches que le bassin présente;

2° Au point de vue de l'allure et de la disposition de ces couches, en d'autres mots au point de vue stratigraphique général.

1. Nos premières idées générales sur la distinction des couches constituant ce bassin remontent au travail de Cauchy et surtout à celui d'A. Dumont. Les deux grandes distinctions que ce savant a intro-

(1) *Cauchy* : Mémoire sur la constitution géologique de la province de Namur, Mém. couronnés de l'Acad. roy. de Bruxelles, t. V, 1825-26.

Dumont : Mémoire sur la constitution géologique de la province de Liège. Mém. couron. de l'Acad. roy. de Belgique, t. VIII, 1832.

Firket : Sur la position stratigraphique du poudingue houiller dans la partie ouest de la province de Liège.

Annales de la Société géol. de Belgique, t. V, 1878, p. 42.

Hock : Sur l'horizon du poudingue houiller dans le N.-E. de la province de Namur.

Annales de la Société géol. de Belgique, t. V, 1878, p. 111.

Hock : Végétaux du houiller d'Andenne.

Ibidem, p. 81.

Purves : Sur la délimitation et la constitution de l'étage houiller inférieur de Belgique.

Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 1881, 3^e série, t. II, p. 514.

Stainier : Matériaux pour la faune et la flore du houiller de Belgique.

Annales de la Société géol. de Belgique, t. XIX, 1892, p. 333.

duites entre le calcaire d'une part et le terrain houiller de l'autre sont encore conservées, mais sous d'autres noms, telles que Dumont les a introduites dans la science.

Les travaux auxquels on s'est livré plus tard ont eu surtout pour but de reconnaître les subdivisions de ces deux grandes assises. Comme le bassin d'Andenne, ainsi que nous l'avons vu plus haut, présente un développement typique de la partie inférieure du terrain houiller, ces travaux ont eu pour résultat de rendre cette région d'Andenne en quelque sorte la région classique où l'on vient prendre les types des subdivisions du houiller inférieur. Les travaux subséquents et auxquels MM. Briart, Cornet, Faly, Hock, Purves, Firket ont attaché leurs noms ont eu pour but l'étude détaillée de cette partie inférieure du terrain houiller. On trouvera dans le travail de M. Purves un exposé historique des nombreux travaux auxquels a donné lieu cette étude, ainsi qu'un exposé de la classification qui en est résulté. Nous aurons d'ailleurs à exposer plus loin cette classification dans le chapitre consacré à la description des couches que renferme le bassin d'Andenne. Lorsque j'ai procédé au levé des planchettes comprenant ce bassin houiller je n'ai eu d'ailleurs qu'à appliquer cette classification. Seulement j'ai pu me convaincre par mes levés qu'il y avait moyen, du moins pour la région d'Andenne, de pousser les subdivisions encore plus et de distinguer certains horizons caractéristiques, dont la connaissance aide beaucoup à la compréhension de la structure du bassin et à la reconnaissance des couches de charbon qu'il renferme.

2. Si l'accord s'est fait au sujet de la classification à adopter pour les couches du houiller il n'en est pas de même, comme nous allons voir, en ce qui concerne les questions d'allure et de disposition de ces couches. Lorsque j'ai commencé mes levés un désaccord considérable régnait encore à cet égard. L'Administration des mines n'ayant pas encore publié pour ce bassin d'Andenne des cartes et des coupes analogues à celles qu'elle a publiées pour la plupart de nos autres bassins, les idées que l'on pouvait avoir sur la structure du bassin d'Andenne proviennent, les unes des travaux publiés sur ce bassin, les autres des connaissances acquises par les exploitants des charbonnages de ce bassin. Or il y a désaccord important entre la plupart des personnes compétentes.

Il y a là une question de la plus haute importance pour l'avenir industriel du bassin d'Andenne. Je pense avoir, à la suite de mes levés détaillés, résolu les problèmes en litige, et comme je l'ai déjà dit plus haut, c'est ce qui m'a engagé à publier ce travail. On me permettra donc de m'appuyer ici un peu longuement sur ce point et d'exposer sur quels faits je me suis basé pour trancher la question.

Deux choses contribuent à bouleverser la structure du bassin d'Andenne: les plissements et les failles. Nous examinerons successivement le bassin à ces deux points de vue.

3. PLISSEMENTS. Si l'on jette un coup d'œil sur la carte et les coupes qui accompagnent mon travail on verra immédiatement qu'il y a dans le bassin d'Andenne une région qui est beaucoup plus simple, mieux connue et plus exploitée que l'autre; c'est la partie que j'ai appelée bassin septentrional. Cette partie est surtout mieux connue par suite des nombreux travaux d'exploitation qu'on y a pratiqués, mais aussi par suite de ces nombreux travaux, l'épuisement total de cette partie est-il très rapproché. Aussi, pour l'avenir du bassin, les travaux devront forcément se reporter dans le bassin méridional, et il est absolument nécessaire de savoir d'avance par une étude approfondie quelle est la constitution géologique de cette région, beaucoup moins connue, moins exploitée et plus embrouillée que l'autre. D'après la carte et les coupes on voit qu'il y a surtout dans la partie sud des concessions de Ben-Gives-Andenelle-Hautebise-Liégeois une zone presque vierge sur laquelle les opinions les plus diverses ont cours. Deux hypothèses contradictoires sur la structure de cette zone ont été émises et publiées par M. Hock d'une part, par M. Purves de l'autre, dans leurs travaux précités. Pour mettre le lecteur à même de juger le débat j'intercale ici deux coupes (1) publiées par ces auteurs, passant par la concession d'Andenelle où se trouve le nœud gordien à trancher.

Légende commune aux fig. 2 et 3.

1. Calcaire carbonifère.
2. Houiller inférieur H1a, Ampélites et Phtanites.
3. Houiller inférieur H1b. Schistes, psammites, couches de houille.
4. Houiller inférieur H1c, Poudingue houiller.
5. Houiller supérieur H2.
- 3^a Couche de houille (Grande Veine).
6. Couche de houille (Veine Chenevia = Pourrie Veine de M. Hock).
- 3^b Banc de psammite gris (fig. 3).
- 3^b Banc de poudingue houiller (fig. 2).

(1) Dans le but de rendre plus claire la discussion qui va suivre j'ai supprimé de ces deux coupes tout ce qui n'était pas nécessaire à cette discussion et j'y ai ajouté quelques noms et quelques raccords en pointillé qui rendent plus claire la pensée des auteurs au point de vue qui nous occupe.

Les deux coupes ne sont pas prises au même endroit, ce qui explique quelques différences de détail sans importance pour ce débat.

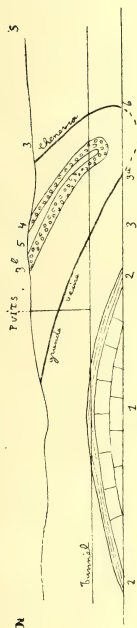


FIG. 2. — (Coupe de M. Hock).

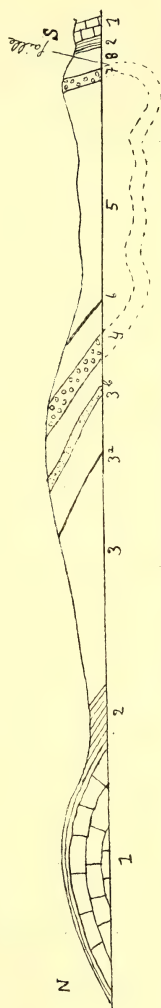


FIG. 3. — (Coupe de M. Purves).

Comme on le voit, la différence entre les deux coupes est très sensible. M. Hock (fig. 2) considère la couche n° 6 (Veine Chenevia) comme correspondant à la couche n° 3 dont elle serait le dressant renversé. De plus, il considère le banc de poudingue n° 4 comme étant le dressant renversé du banc n° 3^b.

Par suite de cette hypothèse, M. Hock doit naturellement réduire le houiller supérieur H₂ à très peu de chose, comme le montre sa coupe, où ce houiller supérieur ne constitue qu'un seul banc n° 5 (fig. 2).

Par contre, M. Purves (fig. 3) considère le banc n° 4 comme régulièrement superposé au banc n° 3^b, et il considère les roches n° 5, superposées en apparence au poudingue n° 4 comme étant réellement superposées à ce poudingue houiller et faisant par conséquent partie (avec la couche Chenevia intercalée) du houiller supérieur H₂.

M. Purves considère comme le dressant du poudingue houiller le banc de poudingue n° 7 situé plus au sud. M. Purves, par conséquent, admet la présence dans cette coupe d'une bande considérable de houiller supérieur. On voit donc que des deux hypothèses de M. Hock et de Purves, celle de ce dernier est beaucoup plus favorable au bassin d'Andenne que celle du premier (1). Il y a donc nécessité absolue de déterminer quelle de ces hypothèses est la bonne. Je m'en vais exposer les raisons pour lesquelles je me suis rallié à la manière de voir de M. Purves. Il suffira de prouver que, contrairement à ce que pense M. Hock,

1° Le banc n° 4 n'est pas le dressant renversé du banc n° 3^b;

2° Que la couche n° 6 (Veine Chenevia) n'est pas le dressant renversé de la couche n° 3^a (Grande veine).

1° La démonstration du premier point est donnée par M. Purves lui-même dans son travail précité. Comme il le dit, en effet, dans ce travail, le dressant du poudingue houiller est constitué par la bande de poudingue houiller que l'on voit affleurer plus au sud (n° 7).

En supposant que cette bande n° 7 ne soit pas le dressant du n° 4, on ne s'expliquerait pas sa présence dans la coupe, dans les schistes

(1) Pour se rendre mieux compte de la différence qui résulte pour le bassin houiller d'Andenne de l'adoption de l'une ou l'autre hypothèse, il suffira de se reporter à la coupe n° 3 de la planche II, annexée à ce présent travail. Cette coupe passe, comme celle de M. Hock, par la galerie d'Andenelle, mais dans ma coupe j'ai établi les raccordements d'après l'hypothèse de M. Purves, dont j'ai réussi à démontrer la vérité comme on le verra plus loin. En comparant ma coupe n° 3 à celle de M. Hock, on voit aisément combien est grande la différence au point de vue de la profondeur du bassin, du nombre des couches et de l'étendue occupée par ces couches.

H1b (n° 8), car on sait qu'il n'y a pas deux bancs de poudingue houiller, mais un seul.

Il y a d'ailleurs un fait que j'ai prouvé par mes levés géologiques.

C'est qu'en suivant vers l'ouest l'affleurement des deux bandes de poudingue n° 4 et n° 7, ces deux bandes viennent se rejoindre dans la concession des Liégeois, et par conséquent ce sont bien les deux versants d'un même pli (1).

2° Mais il y a un fait plus tangible encore et plus facile à observer, et que j'ai réussi à mettre hors de doute, c'est que la couche n° 6 (Chenevia) n'est pas le dressant renversé de la couche n° 3^a (Grande Veine). Nous démontrerons ce fait par trois preuves :

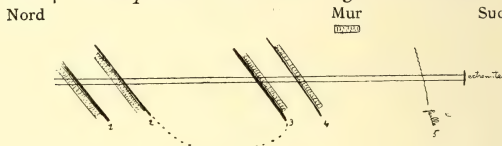
A. Il y a, en effet, un moyen bien simple de déterminer si une couche est oui ou non en dressant renversé. Comme on le sait, il y a au voisinage des couches de charbon des roches très différentes comme caractères, suivant qu'elles sont au-dessus ou en dessous de la couche, et c'est là un fait très heureux. Lorsque la couche est dans une position originelle normale (en plateau comme on dit en terme de métier), on voit au-dessus d'elle des schistes très feuilletés avec, le cas échéant, des restes végétaux disposés à plat. C'est ce que l'on appelle **roches du toit**, ou par contraction **toit**. En dessous de la couche, on rencontre des roches grossières, compactes, nullement feuilletées et toujours remplies de racines de *Stigmaria* allongées et feutrées en tous sens. C'est ce que l'on appelle **roches du mur**, ou par contraction **mur**. Ces deux catégories de roches sont extrêmement faciles à distinguer l'une de l'autre.

Or, lorsque par suite des mouvements de plissement qui ont affecté notre terrain houiller, les couches deviennent de plus en plus inclinées, de plus en plus voisines de la verticale qu'elles dépassent même parfois pour se renverser, constituant ce que l'on appelle alors en terme de métier des dressants renversés, il est facile de comprendre que pendant ces mouvements les roches du toit et du mur de la couche ont suivi tous les mouvements de celle-ci, et que lorsque la couche s'est renversée, le mur et le toit se sont aussi renversés. Aussi dans les couches en dressant renversé le mur est-il au-dessus de la couche et le toit en dessous. C'est là une constatation des plus faciles.

(1) Le banc de schiste que M. Hock figure dans sa coupe sous le n° 5 comme représentant le houiller supérieur H2, n'a aucune importance spéciale. C'est à l'endroit en question que le poudingue houiller présente la plus grande épaisseur qu'on lui connaisse en Belgique. La couche n° 3^b est un banc de grès, parfois psammitique, mais en tout cas local, qui augmente encore cette épaisseur du poudingue houiller et le banc de schiste n° 5 de la coupe de M. Hock n'est qu'un banc intercalé entre le vrai poudingue houiller et le banc accidentel 3^b.

Si nous examinons à ce point de vue la couche n° 6 (Veine Chenevia), nous voyons de suite qu'elle n'est pas en dressant renversé. Comme la couche n° 3_a (Grande Veine), elle a son mur en dessous et son toit au-dessus. Elle est donc **en plateau**, par conséquent régulièrement superposée à la couche 3_a (Grande Veine) et au poudingue houiller et faisant donc partie avec les roches où elle est interstratifiée du houiller supérieur H₂. Comme ce fait est très important, je joins ici une coupe à l'échelle du 1/2000 de l'extrémité actuelle de la galerie d'Andenelle, avec l'indication des couches recoupées et de la position de leur mur.

FIG. 4. — Coupe de l'extrémité de la galerie d'Andenelle.



Légende.

- N° 1. Veine Chenevia (n° 6 des fig. 2 et 3);
- N° 2. Veinette (mur très dur gréseux);
- N° 3. Veinette double;
- N° 4. Veinette;
- N° 5. Faille de Boussale.

Comme on le voit d'après cette coupe, ce n'est qu'à partir du n° 3 de cette *fig. 4* que les couches commencent à être en dressant renversé ayant leur mur au-dessus. Par conséquent le centre du bassin méridional n'est pas entre les bancs n°s 3^b et 4 de la coupe *fig. 2* comme le figure cette coupe, mais bien entre les veinettes n°s 2 et 3 de la coupe *fig. 4*.

B. Une autre preuve que l'on peut utiliser pour montrer que la couche Chenevia (n° 6 des *fig. 2* et 3), n'est pas le dressant renversé de la couche Grande Veine (n° 3^a des *fig. 2* et 3), c'est que les caractères des roches du toit de ces deux veines sont complètement différents, comme aussi les caractères du charbon de ces deux couches. La couche Chenevia a pour toit des schistes noirs très feuilletés, remplis de belles empreintes végétales dont on trouvera plus loin la liste; la couche Grande Veine au contraire a au toit des schistes avec végétaux très rares mais présentant parfois des coquilles marines. Dans le chapitre où nous décrirons les concessions et les couches qu'elles renferment, nous insisterons plus longuement sur les caractères particuliers de chaque couche de houille.

C. Enfin on peut encore prouver comme suit, que la couche Chenevia ne doit pas se raccorder à la couche Grande Veine. Si on suit cette couche Chenevia vers l'ouest on la voit passer dans la concession d'Hautebise sous le nom de couche Court-Thier. Si cette couche Court-Thier (= Chenevia) était le dressant de Grande Veine elle devrait à un moment donné tourner vers le nord pour aller se rejoindre à Grande Veine qui est au nord. Au lieu de cela, comme on peut le voir sur la carte annexée à ce travail (Voir Pl. I), la couche Court-Thier tourne tout à fait au sud. Ce fait prouve donc aussi que la couche Chenevia n'est pas le dressant renversé de Grande Veine. D'ailleurs il n'est pas nécessaire de rechercher dans Chenevia ce dressant. Ce dressant est connu beaucoup plus au sud. En effet, en suivant vers l'ouest la couche Grande Veine comme on peut le faire sur ma carte, on la voit passer en plateau dans les concessions de Groyne et de Munache, puis tourner vers le sud, puis retourner vers l'est, cette fois en dressant renversé à travers la concession de Liégeois et d'Hautebise (sous les noms de Grand dressant, — Veine Fond-des-Vaux). Cette fois la couche présente bien les mêmes caractères que la Grande Veine et a bien son mur au-dessus.

De toutes ces considérations il résulte bien, je crois, que l'on peut en toute certitude adopter comme fondée l'hypothèse la plus favorable pour l'avenir du bassin houiller d'Andenne.

2° FAILLES. Nous venons d'examiner le bassin d'Andenne au point de vue de problèmes spéciaux qu'il présente par suite de phénomènes de plissements. Or, ces problèmes sont encore compliqués par la présence de failles qui viennent encore troubler la continuité régulière des dépôts. Avant que je ne commence cette étude sur le bassin d'Andenne, on n'avait pas encore signalé la présence de failles au milieu de ce bassin. Comme on peut le voir cependant d'après les coupes (Voir Pl. II) annexées à ce travail, il y a là quelques failles qui contribuent, avec la grande faille de Boussale, à modifier notablement la structure du bassin, et il importe d'attacher une grande importance à leur examen lorsque l'on veut se rendre compte de la richesse et de l'avenir du bassin.

STRATIGRAPHIE DU BASSIN D'ANDENNE.

Il nous reste maintenant à décrire d'une façon détaillée les différentes couches dont se compose le terrain houiller d'Andenne. Nous nous baserons dans cet exposé sur la classification générale du terrain houiller telle qu'elle ressort des travaux des géologues dont nous avons

parlé plus haut, et nous étudierons en détail toutes les couches telles que nous avons pu les reconnaître à la suite de nos levés géologiques de la région (1).

Étage houiller inférieur H1.

Assise H 1 a. Immédiatement au-dessus du calcaire carbonifère on observe une assise de schistes noirs (violacés par altération), ampélitiques, finement feuilletés, d'épaisseur fort variable et que l'on essaye par places d'utiliser pour la fabrication de l'alun. Ces ampélites sont très fossilifères. On y trouve surtout :

Goniatites diadema.

Posidonomya Becheri.

Archæocalamites radiatus.

Vers le haut, en se chargeant de plus en plus de silice, les ampélites passent à un phthanite noir schistoïde, parfois même à une sorte de quartzite noir (galerie d'écoulement du charbonnage d'Hautebise).

Assise H 1 b. Cette assise passe insensiblement à la précédente. Elle se compose essentiellement de schistes toujours un peu psammitiques et de quelques couches de schiste noir feuilleté. Parfois les schistes affectent une disposition en énormes nodules. On y trouve intercalés quelques bancs de psammites verdâtres ou noirâtres.

A une distance au-dessus du calcaire qui varie entre 85 mètres et 130 mètres, on voit apparaître dans cette assise la première veine de charbon du houiller. Cette veine, généralement connue sous le nom de veine inexploitable, ne présente qu'une épaisseur généralement faible; de plus, le combustible qu'elle renferme est non pas du charbon mais plutôt du schiste charbonneux en feuillets courts brûlant sans flamme. Cette couche n'a été exploitée que dans les moments de prospérité. Elle présente sa plus grande épaisseur dans les concessions de Groyenne et d'Hautebise (Petit dressant).

Dans l'assise schisteuse qui surmonte cette veine on constate la présence d'un important niveau de grès. Mes levés géologiques de la partie occidentale du bassin de Liège, m'ont montré que ce grès constitue un horizon très important par sa persistance et son voisinage avec les deux veines du houiller inférieur. J'ai retrouvé ce grès non seulement dans de nombreux affleurements autour d'Andenne, mais encore sur la rive gauche de la Meuse jusqu'à la Méhaigne et toujours entre les

(1) Les détails que je donne ici sur les différentes assises du terrain sont surtout des détails locaux particuliers au bassin d'Andenne. Pour avoir une idée des roches qui constituent ces assises d'une façon générale et essentielle pour toute la Belgique, il faudra se reporter au travail précité de M. Purves.

deux couches du houiller inférieur. Ce grès, auquel j'ai donné le nom de grès de Neufmoulin, peut surtout être bien étudié dans la vallée d'Andenelle au lieu dit Neufmoulin, à environ 150 mètres au sud du moulin Troussel, dans une carrière où on l'exploite pour pavés. C'est un grès gris-verdâtre, sombre, grossier, avec nombreux grains feldspathiques. On pourrait parfois le confondre avec le poudingue houiller, mais celui-ci s'en distingue par ses grains de quartz plus transparents et par la présence de grains de phtanite noir roulé. Au-dessus de ce grès il y a une couche schisteuse riche en végétaux. M. Hock y a signalé *Lepidophloios macrolepidotum*.

J'y ai trouvé en abondance *Pecopteris abbreviata*.

Ce grès est surtout développé dans les concessions d'Andenne et d'Andenelle, où il atteint jusque 20 mètres d'épaisseur (1).

Dans l'assise schisteuse qui est au-dessus du grès de Neufmoulin se trouve la veine la plus importante de tout le bassin d'Andenne. La distance verticale (stampe) qui sépare cette veine de la veine inférieure est variable, mais, chose curieuse, cette distance va en diminuant graduellement de l'ouest vers l'est, aussi bien dans le bassin septentrional que dans le bassin méridional, comme le montrent les chiffres suivants qui expriment la distance entre les deux veines :

BASSIN SEPTENTRIONAL		BASSIN MÉRIDIONAL	
Andenne	35 m.	Groyne (est).	48 m.
Andenelle	29 m.	Hautebise	40 m.
Gives	23 m.	Andenelle (sud)	41 m.
Ben (nord).	19 m.	Ben (sud).	23 m.

Comme je l'ai dit plus haut, la veine supérieure de l'assise H1b, connue sous des noms multiples, est la plus importante au point de vue industriel. C'est elle qui fait seule l'objet de l'exploitation de tous les charbonnages. Ce fait est dû à trois causes : 1° épaisseur relativement forte de la veine ; 2° pureté et qualité du charbon qu'elle fournit ; 3° régularité et constance de la veine.

L'épaisseur en charbon de la veine atteint parfois 1 mètre mais se maintient plus souvent entre 0^m,50 et 0^m,60. Son charbon, lorsqu'elle est en allure régulière, est très propre, renfermant peu de cendres.

(1) Par suite du manque de renseignements je n'ai pu savoir si le grès de Neufmoulin existe dans les concessions de Gives et de Ben. Je n'ai donc pu le faire figurer dans le tableau de synonymie pour ces deux concessions.

C'est un combustible spécial que l'on peut regarder comme un type de la variété appelée terroulle. C'est un mélange intime de charbon et d'argile fine, brûlant lentement et sans flamme. Ce combustible est recherché pour la confection d'agglomérés à la main. Presque toujours la couche se présente en deux laves séparées par un banc de roches plus ou moins épais et dont l'une ne donne que du charbon menü, l'autre donne du gros charbon.

En dessous de la veine on trouve une veinette qui présente avec elle une étroite liaison. En effet, on peut la considérer comme une lave détachée de la veine principale. Ce qui le prouve bien, c'est que fréquemment cette veinette vient se réunir à la veine principale sur des espaces plus ou moins considérables. La façon dont cette veinette vient se réunir, ou se sépare de la veine principale, donne lieu à des cas intéressants que nous exposerons dans l'étude des concessions. Parfois, comme dans la concession de Muache, cette veinette devient exploitable.

Au-dessus de la couche supérieure de l'assise H1b il y a une assise de schiste dont l'épaisseur varie de 75 mètres à 95 mètres et qui renferme par places quelques bancs de psammites et de grès, puis on arrive à l'assise du poudingue houiller H1c.

Assise H1c. C'est dans la région d'Andenne que cette assise présente en Belgique son plus complet développement et qu'elle mérite le nom de poudingue houiller.

On y voit en effet des bancs de poudingue dont les cailloux ont jusque 0^m,10 de diamètre. On trouvera dans les ouvrages cités de MM. Firket, Hock et Purves des descriptions détaillées de cette assise et des coupes qu'elle présente. L'assise atteint son maximum d'épaisseur et présente le plus grand volume de cailloux du poudingue dans les concessions d'Andenelle et de Gives, surtout dans la partie qui se trouve dans le prolongement vers l'est de l'axe de la voûte calcaire d'Andenelle. On peut citer également sous ce rapport les bandes de poudingue houiller formant le bord sud du bassin septentrional et le bord nord du bassin méridional dans leur traversée dans ces deux concessions. En s'éloignant vers l'est et vers l'ouest l'épaisseur de l'assise et le volume des éléments diminue graduellement. De même la bande de poudingue du bord sud du bassin méridional est beaucoup plus mince et moins grossière comme éléments.

Étage houiller proprement dit : H2. Les strates tout à fait inférieures du houiller proprement dit sont seules représentées dans le bassin d'Andenne.

Au-dessus du poudingue H1c on trouve une succession de couches

schisteuses renfermant quelques bancs de grès et de psammites. Un de ces niveaux de grès présente une grande importance à cause de sa continuité, qui permet de l'utiliser comme repère. Il se retrouve au-dessus de l'assise H1c à une distance variant de 50 mètres à 70 mètres. C'est le grès que j'appelle grès de Gives. On peut bien l'étudier dans des carrières au sud et tout près du nouveau puits d'extraction de Gives. Il a 5 à 6 mètres d'épaisseur et se compose d'un grès très blanc à grain très fin quartzeux en petits bancs, d'une régularité tout à fait remarquable et caractéristique. On retrouve ce grès très bien marqué sur la rive gauche de la Meuse, depuis Andenne jusque Bas-Oha dans l'escarpement et notamment dans la tranchée du chemin de fer contre et à l'ouest de la ferme Nivoie. Là on le voit reposant sur des schistes finement feuilletés avec gros nodules de calcaire pyritifère. Au-dessus de ce grès et à une distance du poudingue houiller variant de 70 à 90 mètres, il y a un groupe de deux veines, dont la supérieure seule a été exploitée. Au-dessus de ces veines il y a une assise schisteuse avec quelques bancs de grès et de psammites et plusieurs veinettes.

Au charbonnage de Ben, où le bassin d'Andenne atteint son maximum d'épaisseur, il y a, perpendiculairement au-dessus du calcaire carbonifère, 375 mètres de terrain houiller, dont 175 mètres au-dessus du poudingue H1c.

ÉTUDE DÉTAILLÉE DES CONCESSIONS.

Concession de Bienafois.

Cette concession ne renferme qu'une seule couche, la plus inférieure du terrain houiller. Cette couche ne fournit qu'un charbon de peu de qualité. La puissance de la couche ne dépasse guère 0^m,40 et le plus souvent n'a que 0^m,30 d'épaisseur. Elle se divise parfois en deux layes séparées par une couche d'argile. L'allure de la couche est régulière. Elle forme vers le bord sud du bassin un dressant plus ou moins voisin de la verticale et vers le bord nord une plateur, faiblement inclinée au sud.

Concession de Chaudin.

On a exploité dans cette concession la couche Plateur de Rouvroy. Elle présente presque toujours une composition en deux layes dont l'une donne du charbon gros et l'autre du charbon menu (Terroulle). Ces deux layes sont parfois séparées par un banc d'argile ou de grès pouvant avoir jusque 0^m,30 d'épaisseur.

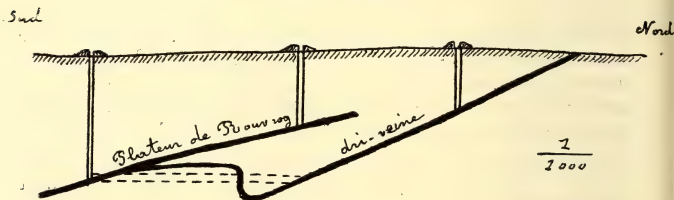
Cette couche a présenté un fait curieux. Elle se dédoublait en deux couches qui s'écartaient de plus en plus par suite de l'interposition de roches de plus en plus épaisses. A l'endroit où les deux couches se réunissaient on voyait encore très bien la différence de qualité des charbons.

L'allure des couches est la même que dans la concession précédente.

Concession de Stud-Rouvroy.

L'exploitation porte sur la couche Plateur de Rouvroy. La stampe représentée sur le tableau de synonymie a été prise dans la galerie d'écoulement. En cet endroit la couche se présentait en trois layes séparées par deux barres de schiste tendre et donnant au total 1^m,30 de charbon. Mais cette puissance est exceptionnelle et la couche n'a le plus souvent que 0^m,60 d'épaisseur et se divise en deux layes seulement. Le toit présente souvent une couche de schiste ébouleux (faux-toit). On trouve souvent dans la couche des nodules lenticulaires volumineux de pyrite. La couche a présenté le même fait curieux de dédoublement que dans la concession précédente. Voici la coupe de la couche à cet endroit :

FIG. 5. — *Dédoublément de la couche Plateur dans la concession de Stud-Rouvroy.*



L'allure des couches est la même que dans les deux concessions précédentes.

Les plateurs, en sortant de cette concession, traversent la Meuse et vont constituer les couches de la concession de Seilles. Les dressants continuent dans la concession suivante.

On a constaté dans cette concession la présence d'une petite faille au nord de laquelle la couche était renfoncée.

Concession d'Andenne.

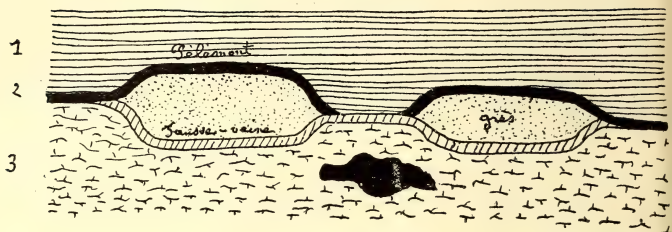
La stampe représentée dans le tableau de synonymie (Pl. III) a été prélevée dans la galerie d'écoulement. La couche exploitée (Pélémont) n'avait que environ 0^m,40.

Concession d'Andenelle.

La concession d'Andenelle se divise naturellement en deux parties, l'une au nord de la voûte calcaire, l'autre au sud. Dans la partie nord on a exploité la couche Pélémont, qui présentait une grande régularité. Il y a cependant toute une zone traversant la concession de l'ouest à l'est jusque dans la concession de Gives et où la veine Pélémont est très irrégulière. Elle ne s'y compose que d'une série d'amas de charbon entourés d'espaces plus ou moins étendus où la veine est en étreinte complète. Ce fait doit, je crois, être attribué à ce que dans cette zone la couche Pélémont est très voisine d'une faille ayant presque la même inclinaison que la couche. Aussi, pendant le phénomène de fracture, les épontes de la couche ayant glissé l'une sur l'autre sont venues se toucher en certains endroits, tandis que par le frottement le charbon s'amassait dans d'autres endroits. Cette faille, quoique non représentée sur les coupes dressées par le charbonnage, est cependant bien manifeste. On y voit, comme je l'ai figuré sur ma coupe n° 3, la couche Pélémont reposer en plateau sur la tranche du dressant de la même couche. Lorsque l'on monte dans le dressant on vient se buter contre une cassure, et après avoir passé par places deux mètres de roches on retombe dans la plateau de la même couche.

La couche Pélémont, de même que la couche Grande Veine et la couche Chenevia du même charbonnage, renferme de nombreux nodules de pyrite. La couche Pélémont est accompagnée vers le bas de la veinette qui est si caractéristique de cette série. Comme partout ailleurs cette veinette, située d'habitude à 2^m,50 sous Pélémont et appelée Fausse-Veine, se réunit fréquemment à Pélémont. La coupe ci-dessous figure un cas curieux de ce genre de réunion.

FIG. 6.



Légende.

1. Roches du toit.
2. Couche Pélémont.
3. Roches du mur.

Dans cette coupe on voit Pélémont et Fausse-Veine se réunissant plusieurs fois et séparées dans les intervalles par des lentilles de grès ayant jusque 2 mètres d'épaisseur. Il y a même un endroit, comme on le voit sur la coupe, où Fausse-Veine remplace complètement Pélémont et à cet endroit on trouvait dans le mur un amas de charbon ayant jusque 19 mètres de longueur. Fausse-Veine est d'habitude formée d'un schiste très charbonneux.

Dans la partie sud de la concession on a exploité la couche Chenevia. Son mur est rempli de rognons de sidérose irréguliers et présente les caractères ordinaires des roches du mur des veines. Son toit se compose d'un schiste noir feuilleté avec rognons aplatis de sidérose et de très nombreux végétaux :

Lepidodendrum obovatum.

Calamites Suckowii.

Asterophyllites grandis.

Il y a en dessous de cette veine une veinette appelée Dri-Veine qui se comporte comme la Dri-Veine associée à la veine inférieure Pélémont.

En effet on l'a vu se réunir à la veine Chenevia et, chose curieuse, après cette réunion, la veinette inférieure devient exploitable et Chenevia cesse de l'être.

Les stamps représentées au tableau de synonymie (Pl. III) ont été prélevées dans la grande galerie d'écoulement.

Charbonnages de Gives et de Ben.

On y exploite les mêmes couches que dans la concession précédente. J'ai observé au toit de la couche Six-Mai un schiste noir feuilleté renfermant assez abondamment des fossiles :

Loxonema.

Lingula mytiloïdes.

On a exploité dans la partie méridionale de la concession de Gives une couche appelée couche du Fond-Gorgin, qui est bien la même que la couche Six-Mai, malgré la différence de qualité des charbons. Cette différence de qualité provient de ce que la partie de la couche du Fond-Gorgin que l'on a exploitée, se trouve au voisinage d'une faille qui a bouleversé la couche. Ce même phénomène se retrouve dans la concession d'Andenelle pour la couche Grande Veine, et est bien dû à la faille, car plus à l'ouest, à Hautebise et Groyne où la faille n'existe plus, la qualité du charbon de la Grande Veine est redevenue excellente.

La stampe du charbonnage de Gives a été prélevée dans le puits Sainte-Barbe et dans le nouveau puits. Celle du charbonnage de Ben a été prise dans la grande galerie d'écoulement.

Charbonnage d'Hautebise.

Le toit de la couche Court-Thier présente également, comme celui de la couche Chenevia, de belles empreintes de végétaux. Le tracé des couches dans la partie méridionale de la concession présente assez d'incertitude. La stampe du tableau a été prise dans la grande galerie d'écoulement.

Charbonnage de Groyne.

La couche Grande Veine se présente comme dans la concession précédente en deux layes, dont la supérieure donne du gros charbon et l'inférieure du menu ; ces deux layes sont séparées par une couche variable de charbons terreux passant à l'argile, au schiste ou au grès. Cette veine renferme de nombreux rognons de pyrite que l'on a jadis exploités pour les fabriques de produits chimiques. Dans cette concession, la stampe qu'il y a entre Grande Veine, Dri-veine et Petit dressant, sont très variables et atteignent leur épaisseur maxima (13 mètres entre Grande Veine et Dri-veine et 48 mètres entre Grande Veine et Petit dressant). La veinette Dri-veine se réunit aussi parfois à Grande Veine. On exploite actuellement cette veinette sous le nom de Fausse veine, à 4 mètres sous la Grande Veine.

Charbonnage de Muache.

Dans cette concession la veinette Dri-veine (appelée ici parfois plateau ou couche du bois de Bonneville), est presque partout exploitable. Chose qui montre bien que ces deux veines ne font qu'une même formation, c'est qu'il n'y a qu'un vrai mur et un vrai toit pour les deux veines; entre les deux il y a en moyenne 3 mètres de schiste mêlé de grès.

Charbonnage des Liégeois.

La stampe représentée dans le tableau : Colonne Liégeois (est) a été prélevée dans les travaux et la bacnure nord du puits Sainte-Brigitte. La couche Grand dressant au puits Sainte-Brigitte a environ 1 mètre de charbon en deux layes, séparées par un banc de pierre qui a parfois 1^m,20 d'épaisseur. La laye supérieure donne du gros charbon, l'inférieure du menu.

La couche Petit dressant (= Dri-veine) se réunit fréquemment au Grand dressant.

On a exploité assez longtemps une petite couche appelée petite couche de 7-8 pouces, recoupée à l'extrémité de la bacnure nord du puits Sainte-Brigitte. Cette couche repose presque directement sur le poudingue houiller, comme on le voit actuellement dans les carrières à pavés juste au-dessus de la bacnure. Chose curieuse, cette couche fournissait un charbon très gras, collant au feu, que l'on pouvait utiliser à la forge.

A une soixantaine de mètres au sud du puits Sainte-Brigitte on voit les déblais d'un petit puits par lequel on a recoupé la dernière veine du bassin houiller. Sur ces déblais on voit énormément de schistes noirs identiques aux ampélites du houiller H1a et présentant les mêmes fossiles (*Posidonomya*). Je ne sais si ces roches fossilifères proviennent du voisinage de la veine ou bien des ampélites H1a qui auraient été ramenées ici par une branche encore inconnue de la faille de Boussale.



UN SPIRAXIS NOUVEAU DU DEVONIEN BELGE

PAR

X. Stainier

Docteur en sciences naturelles,
Professeur de Géologie à l'Institut agricole de l'État, à Gembloux,
Membre de la Commission de la Carte géologique.

M. M. Murlon a recueilli jadis dans les carrières de psammites du Condroz d'Isne-Sauvage un curieux fossile en forme de spire, qu'il a bien voulu me confier pour le déterminer. J'ai immédiatement été frappé de l'étroite analogie qui existe entre ce fossile et des objets très ressemblants que j'avais vus dans les collections de l'École des mines de « Columbia College » à New-York, et provenant d'un terrain contemporain. Ces objets ont été décrits par M. J. S. Newberry (cf. *Annals of the New-York Academy of sciences*, t. III, n° 7, p. 217 ; Newberry : *Descriptions of some peculiar screw-like Fossils from the Chemung rocks*).

En comparant le fossile d'Isne avec les fossiles figurés par M. Newberry dans la planche qui accompagne son travail précité, on voit au premier coup d'œil qu'il s'agit évidemment de restes appartenant au même genre.

Ces curieux objets dont la place, comme nous le verrons plus loin, est encore si peu déterminée qu'on ne sait encore si ce sont des animaux ou des végétaux, ces objets, dis-je, ont été réunis par M. Newberry dans un genre auquel il a donné le nom de *Spiraxis*, par suite de leur aspect spiralé. Voici comment il caractérise ce genre :

Corps cylindrique ou subfusiforme un peu brusquement conique vers le haut, plus graduellement émoussé vers le bas. Surface traversée par deux carènes parallèles spiralées, dans une espèce étroitement



rapprochée, dans l'autre, séparées par des intervalles aussi larges que le diamètre. Aucune trace de structure interne ou de dessins superficiels. Deux espèces connues.

Cette description concorde parfaitement dans ses grandes lignes avec celle du fossile recueilli par M. Murlon. Les différences qui existent entre les fossiles américains et le nôtre ne permettent de le considérer que comme une espèce distincte.

Voici quelle est la description de ce fossile d'Isne-Sauvage :

Longueur totale 0m.14, largeur maximum 0m.025. Une extrémité est assez pointue, l'autre est plus arrondie. L'objet présente sensiblement la même largeur, mais est légèrement renflé vers le milieu, cependant d'une façon beaucoup moins marquée que dans l'espèce américaine à laquelle il ressemble le plus. En section transversale il est non pas circulaire, mais nettement ellipsoïdal, aplati, ce qui peut provenir de phénomènes de compression opérés pendant la fossilisation.

A la surface on voit une sorte de carène tournant en spirale autour de l'objet, en partant d'en haut à droite, vers le bas à gauche et en faisant avec le grand axe de l'objet un angle d'environ 45°. L'aspect de cette carène diffère assez bien de celle des espèces américaines, aussi nous allons insister un peu sur ce point.

Vers le haut (1) du fossile cette carène a une arête aiguë et son flanc tourné vers le haut tombe en pente raide dans la dépression, tandis que vers le bas cette pente va en s'abaissant graduellement vers la dépression. Sur cette pente tournée vers le bas la carène principale est accompagnée sur tout son trajet par une carène secondaire moins saillante, moins distincte, moins aiguë que la carène principale.

(1) Pour plus de facilité dans l'intelligence de ce qui suit, nous appellerons haut du fossile son extrémité pointue et bas son extrémité arrondie.

Ces deux carènes tournent ensemble autour de l'axe de l'objet, mais au fur et à mesure que l'on s'avance du haut vers le bas, la carène secondaire s'écarte de plus en plus de la carène principale et devient plus proéminente, presque aussi proéminente que la carène principale. L'ensemble des deux carènes ressemble alors beaucoup plus à ce que l'on voit dans les espèces américaines où les deux carènes ont la même forme et la même saillie.

Dans l'espèce belge, au fur et à mesure que les deux carènes s'écartent l'une de l'autre, on voit apparaître graduellement dans le creux entre ces deux carènes, deux très petites saillies spiralées très visibles surtout dans le quatrième tour en partant du haut. Dans une espèce américaine on voit aussi deux petites saillies spiralées entre les deux grandes carènes et l'ensemble de ces deux carènes et des deux petites saillies forme une sorte de crête à surface aplatie qui court en spirale autour du fossile. Dans notre fossile cet aspect de crête aplatie n'est bien distinct que dans le quatrième tour en partant du haut. Vers le haut du fossile la proéminence de la carène principale donne aux tours de spire l'aspect d'une crête aiguë d'un côté. Entre chaque tour de spire il y a une dépression très accusée ayant dans notre espèce une largeur de 0^m.025, mesurée perpendiculairement de crête principale à crête principale.

Mais ce qui différencie complètement le *Spiraxis* belge des *Spiraxis* américains, c'est que la dépression qui est lisse dans les *Spiraxis* américains présente ici de fines crêtes continues, spiralées et parallèles, au nombre de neuf au maximum. Ces fines crêtes sont écartées de 0^m.002 les unes des autres, elles deviennent de plus en plus distinctes et plus saillantes au fur et à mesure qu'on va du haut vers le bas et pour chaque intervalle entre deux tours de spire des carènes principales.

Ces petites crêtes font au maximum un tiers de millimètre de saillie au-dessus de l'axe du fossile, tandis que les carènes principales font jusque 0^m.005 de saillie au-dessus de cet axe.

Comme on le voit, d'après cette description et d'après la figure annexée à ce travail, il y a une étroite relation entre le fossile belge et les fossiles américains. M. Newberry a distingué parmi ceux-ci deux espèces, qu'il a décrites et figurées sous le nom de :

Spiraxis Randalli,
Spiraxis major.

Le premier est plus petit (seulement 0^m.08 de long), nettement fusiforme et à tours de spire étroitement rapprochés.

Le second est plus long (0^m.17), plus cylindrique, à tours de spire

espacés. Il présente une étroite analogie avec l'espèce belge comme dimension et comme aspect général. On peut cependant les distinguer aisément par la forme un peu particulière des carènes de l'espèce belge et par la présence sur celle-ci de fines rides spiralées courant dans la dépression entre les tours de spire principaux ; ce qui m'a fait donner à l'espèce belge le nom de *Spiraxis interstitialis*. Comme nous l'avons dit plus haut, la place de ces curieux fossiles n'est pas encore déterminée avec quelque certitude. On ne sait encore s'ils appartiennent au règne animal ou au règne végétal.

Dans son travail, M. Newberry passe en revue et discute les différentes opinions qui ont été émises sur la nature de ces fossiles et des fossiles analogues que l'on trouve dans d'autres terrains.

Ainsi, il y a un autre genre fossile, *Spirangium*, présentant une étroite analogie avec les *Spiraxis* et que l'on trouve depuis le Houiller jusqu'au Wealdien. Brongniart l'a considéré comme le fruit d'une plante voisine de *Xyris* et l'a appelé *Palaeoxyris*. Ettingshausen l'a également considéré comme le fruit d'une plante voisine des *Bromelia* et l'a appelé *Palæobromelia*.

On l'a considéré également comme voisin d'un bryzoaire, le *Retepora Archimedes*, dont la forme est très voisine ; mais ce dernier est un organisme à squelette calcaire, dont on devrait retrouver des traces, tandis que les *Spiraxis* ne présentent aucune trace de structure interne ni de matière calcaire.

En effet, une chose sur laquelle M. Newberry insiste particulièrement, c'est que les *Spiraxis* ne constituent absolument qu'un moulage interne, sans trace de substance organique charbonneuse ou calcaire ayant pu provenir de l'organisme primitif. Cette remarque de M. Newberry s'applique parfaitement au *Spiraxis* belge, qui lui non plus n'est qu'un simple moule, sans trace aucune de substance organique. Il est uniquement composé de psammite jaune, très micacé, grenu, absolument identique à la roche dans laquelle le fossile a été trouvé. De cette absence de substance organique, M. Newberry conclut avec raison que l'organisme primitif des *Spiraxis* a dû être absolument mou, de façon qu'il a pu disparaître complètement, en laissant une cavité qui, postérieurement, a été moulée par des sédiments. Ce phénomène se présente fréquemment pour la fossilisation des algues dont les tissus sont mous et disparaissent aisément, et qu'on ne retrouve à l'état fossile que sous forme de moules internes. C'est ainsi que dans les mêmes terrains où on trouve les *Spiraxis*, on trouve aussi des fucoides avec des frondes spiralées : les *Spirophyton*. Mais dans ces *Spirophyton* on ne trouve jamais le tronc dépouillé de ses frondes, et il

n'y a rien dans le tronc qui ressemble aux *Spiraxis*. De plus, on trouve aussi des éponges à tissus mous qui pourraient, pendant la fossilisation, donner naissance aux phénomènes que nous venons de décrire, et certaines éponges montrent aussi, par exemple les *Hyalonema* et les *Siphonocaelia*, une tendance à une structure spiralisée. En résumé donc, conclut M. Newberry, l'origine des *Spiraxis* reste encore parfaitement incertaine.

Je n'ai rien observé dans le fossile belge qui soit de nature à permettre de compléter les observations que je viens de rappeler. Les fossiles de M. Newberry cependant étaient brisés à une extrémité, ce qui l'a laissé dans le doute sur la vraie forme de ces fossiles. Mais il est porté à croire qu'ils étaient non coniques aux deux extrémités, mais qu'ils se rattachaient par une extrémité à une sorte de tronc ou support.

Dans le *Spiraxis* belge, au contraire, il semble que les deux extrémités soient intactes et que le fossile soit conique aux deux extrémités.

De toutes les opinions qui ont été émises sur la nature de ces fossiles (*Spiraxis* et *Spirangium*), la plus vraisemblable me paraît celle qui les rapporte à des algues, d'après les conditions de gisement. C'est d'ailleurs parmi les algues que l'on trouve les exemples les plus nombreux de structures spiralées analogues à celle des *Spiraxis*. Ainsi, mon confrère et ami M. Poskin m'a montré des préparations d'une algue de très petite taille du genre *Spirotaenia*. Cette algue présente à l'intérieur un amas de chlorophylle disposée suivant un axe allongé présentant une spirale saillante. Le tout est absolument identique comme aspect (les dimensions exceptées) aux *Spiraxis*.

Je cite ce fait non pas pour établir une liaison quelconque entre les *Spirotaenia* et les *Spiraxis*, mais pour montrer que l'on peut rencontrer parmi les algues des structures semblables à celles des *Spiraxis*.

NIVEAU GÉOLOGIQUE : Le *Spiraxis interstitialis* a été rencontré par M. M. Murlon dans les célèbres carrières d'Isne-Sauvage (hameau des Isnes). Ces carrières sont bien connues par les nombreux fossiles qu'on y a rencontrés et dont les plus abondants sont des *Cucullea Hardingii*. La roche exploitée pour pavés dans ces carrières est un psammite micacé passant au grès et dont le niveau est parfaitement déterminé. Il se rapporte au Devonien supérieur : à l'étage supérieur du famennien connu sous le nom de Psammites du Condroz.

M. Murlon le rapporte (cf. *Bulletin Acad. roy. de Belgique* (2^e série) t. XL, p. 761) à son assise de Montfort (anciennement assise III; assise Fa2b de la nouvelle légende de la carte géologique).

Un fait important c'est que les fossiles décrits par M. Newberry ont

été rencontrés dans des couches contemporaines des psammites des Isnes. On sait en effet que le Devonien supérieur est représenté dans la Pensylvanie et l'État de New-York par des assises présentant avec le Devonien supérieur belge la plus étroite analogie aussi bien au point de vue lithologique qu'au point de vue faunique. Il y a là une assise de Chemung dont la faune décrite par J. Hall (cf. *Paleontology of New-York*) est absolument identique à celle de notre assise des schistes de la Famenne. Et au-dessus de cette assise de Chemung, il y a l'assise de Catskill, formée de grès jaune ou rouge avec d'abondants restes de poissons (*Holoptychius*, *Bothriolepis*) et des plantes laquelle assise présente une étroite analogie avec nos psammites du Condroz, riches en poissons et en plantes. La rencontre dans les deux contrées de fossiles aussi spéciaux que les *Spiraxis* vient encore augmenter l'analogie que présente le Devonien supérieur belge et celui de l'Amérique (région des Appalaches).

Il ne serait pas possible actuellement de pousser l'analogie plus loin et de voir si les *Spiraxis* se rencontrent en même temps dans la même subdivision du Devonien supérieur des deux côtés de l'Atlantique. En effet M. Newberry n'a pas précisé très exactement le niveau d'où proviennent ses fossiles ; il les renseigne seulement comme provenant de l'étage de *Chemung*. Or il y a une certaine confusion en Amérique sur l'emploi de ce nom de *Chemung* que l'on applique tantôt à une subdivision du Devonien supérieur (1), tantôt à tout le Devonien supérieur.

Il y a là un fait tout à fait analogue à ce qui se passe chez nous où le terme *famennien* est appliqué tantôt à tout le Devonien supérieur, tantôt à une subdivision de ce Devonien supérieur.

(1) H. S. WILLIAMS : *The Chemung problem*. dans BULL. OF THE U. S. GEOL. SURVEY, p. 121.

J. S. STEVENSON : *On the use of the name « Catskill »*. AMER. JOURN. OF SCIENCE, t. XLVI, 1893, p. 330.



APERÇU

SUR LA

GÉOLOGIE DE LA COTE BELGE

PAR

A. Rutot

Dans le courant de l'été 1893, j'ai eu l'occasion de parcourir le littoral belge depuis Blankenberghe jusque passé Middelkerke.

J'ai pu faire, pendant cette reconnaissance, d'assez nombreuses observations, que je vais résumer ci-après.

Des renseignements importants en profondeur avaient déjà été acquis par les puits artésiens d'Ostende et de Blankenberghe; de plus, on connaissait naturellement les sables de la plage, celui des dunes, l'argile des Polders s'étendant au loin derrière les dunes, et la tourbe; mais on ne possédait pas de renseignements suffisants sur la distribution et l'épaisseur de ces sédiments et surtout sur les couches qui leur sont sous-jacentes.

Toutefois, un fait qui semblait acquis, c'était la présence d'un affleurement de Panisélien, à peu près à moitié distance de Wenduyne et de Blankenberghe, affleurement qui avait été signalé par M. E. Delvaux, et montré par lui aux membres de la Société malacologique de Belgique lors de l'excursion du 14 septembre 1886.

Nous exposerons ci-après nos observations personnelles à ce sujet.

Pour plus de clarté, nous diviserons ce travail en trois parties, traitant des résultats des observations sur l'estran, derrière les dunes et, plus loin, dans la plaine maritime.

OBSERVATIONS SUR L'ESTRAN.

Nous avons essayé, à de nombreuses reprises, de pratiquer des sondages le long de l'estran, depuis la marée basse jusqu'au pied des dunes, pour voir sur quoi repose le sable de la plage; mais nous n'avons presque jamais abouti.

Entre 1^m.50 et 3 mètres, l'eau venait dans le trou de sonde en telle abondance que la continuation du sondage devenait impossible.

Nous n'avons donc guère pu constater qu'un fait, c'est que le sable de plage, en beaucoup de points, présente une épaisseur de plus de 3 mètres.

En plusieurs points, et surtout en deux principaux, en face de Mariakerke et entre cette localité et Middelkerke, peuvent s'observer, à marée basse, vers le milieu de l'estran, des affleurements de 80 à 100 mètres de longueur, d'une argile sableuse verte, très stratifiée, avec nombreuses traces noires végétales (1).

Ces affleurements, que l'on ne peut confondre avec l'argile des Polders proprement dite, dont l'aspect est tout différent, nous ont permis de pratiquer des sondages.

Un sondage effectué dans l'affleurement situé en face de Mariakerke a donné les résultats suivants :

Argile verte stratifiée avec traces végétales	0 ^m .30
Argile sableuse verte, pure	1.20
Argile verte avec traces végétales abondantes	0.30
Argile verte pure, sableuse	0.20
Argile verte plus ou moins sableuse.	1.00
Sable verdâtre, meuble	1 50
	4.50

D'autres sondages présentant de l'intérêt sont ceux effectués entre Wenduïne et Blankenberghe, au point précis, indiqué par M. Delvaux, où devait se trouver l'affleurement paniselien.

Le jour où ces sondages ont été exécutés, l'affleurement n'était pas

(1) La surface de cette argile est criblée de trous verticaux dans lesquels sont logées des Pholades.

directement visible ; il était recouvert d'un peu de sable de plage ; mais quelques coups de bêche suffisaient pour toucher, à faible profondeur, une argile sableuse grise ne ressemblant guère à des sédiments paniseliens.

Un premier sondage nous a donné les résultats suivants :

Sable de plage.	0 ^m .30
Argile grise des Polders .	2.20
Tourbe brune pure.	2.00
Sable vert, meuble, aquifère .	0.70
	5.20

A 5^m.20 la venue d'eau nous a empêchés de continuer.

Aucun des sédiments rencontrés dans ce sondage ne peut être rapporté au Panisélien.

Craignant être tombé sur un point local défavorable, nous avons recommencé un autre sondage à une cinquantaine de mètres du premier ; ce sondage nous a fourni :

Sable de plage.	0 ^m .75
Argile grise des Polders .	1.25
Sable gris.	1.75
Tourbe brune, pure, non percée .	0.50
	4.25

Plus loin, vers les limites de la marée basse, nous n'avons plus trouvé que du sable de plage sur plus d'un mètre.

Il résulte de ces observations que l'affleurement de Panisélien signalé par M. Delvaux n'existe pas, malgré la présence, sur la plage, d'un nombre énorme de grès paniseliens silicifiés à *Cardita planicosta*. Ces grès sont superficiels et nous n'en avons pas rencontré dans les sondages.

Les sondages effectués le long de la plage, nous ont donc montré l'existence des termes géologiques suivants :

Sable de la plage,
 Argile grise des Polders,
 Argile sableuse verte, très stratifiée, soit pure, soit avec traces
 végétales noires,
 Tourbe pure,
 Sable fin, gris foncé, un peu argileux,
 Sable plus grossier, verdâtre.

Ces termes sont à peu près dans l'ordre naturel des superpositions ; toutefois il n'y a rien de bien fixe à cet égard pour ce qui se trouve en dessous de l'argile des Polders ; il est plutôt probable que ces termes

sont des équivalents locaux. Je crois cependant, comme on le verra plus loin, que l'argile verte est inférieure à l'argile des Polders; que la tourbe est un accident dans le sable gris fin, et que le sable verdâtre, plus gros, représente le terme le plus inférieur rencontré dans les sondages.

OBSERVATIONS DERRIÈRE LES DUNES.

Nous avons pratiqué, sur une bande de 100 à 300 mètres derrière les dunes, de nombreux sondages qui nous ont fourni des résultats intéressants.

Partant de Blankenberghe, nous avons exécuté, à une cinquantaine de mètres derrière les dunes, deux sondages correspondant précisément à ceux effectués le long de la plage dans le faux affleurement de Paniselien de Wenduïne.

Voici les résultats de ces deux sondages :

Premier sondage :

Sable gris brun avec débris de coquilles	0 ^m .30
Argile des Polders, grise foncée, plastique	0.70
Sable argileux, fin, gris foncé.	1.00
Lit de tourbe pure, brune	0.50
Sable argileux fin, gris foncé	0.50
Lit de tourbe pure, brune	0.60
Argile finement sableuse, grise.	0.40
Sable assez fin, vert foncé	1 20
	5.20

Deuxième sondage :

Argile des Polders, sableuse	0 ^m .50
Argile des Polders, plastique	0.60
Argile des Polders, sableuse	0.10
Sable vert argileux	0.30
Argile grise	0.50
Sable gris, fin, gris foncé.	1 00
Tourbe pure, brune, puis noire	2 00
Sable gris verdâtre	5.00

Donc, derrière les dunes, le Paniselien fait aussi défaut, mais la tourbe, tant sous la plage que derrière les dunes, est partout bien représentée, entre Wenduïne et Blankenberghe.

Derrière les dunes de Mariakerke, nous avons également pratiqué des sondages :

A 100 mètres de la dune, un sondage nous a donné :

Argile des Polders grise, pure	1 ^m .80
Sable gris fin, un peu argileux.	0.20
Sable fin, tourbeux, gris très foncé, avec débris de coquilles	1.00
Sable gris pur	1.80
	4.80

A 50 mètres plus loin, en s'éloignant de la dune, on trouve :

Argile des Polders, grise	1 ^m 00
Sable blanchâtre, semblable à celui de la plage, avec nom- breux débris de coquilles vers le haut et devenant gris en descendant	1.00
	2.00

A 200 mètres plus loin,

Argile des Polders finement sableuse	1 ^m .00
Sable argileux	0.10
Sable semblable à celui de la plage	1.70
	2.80

Ces deux derniers sondages ont donné des résultats différents de tous les autres faits dans les mêmes conditions, c'est-à-dire derrière les dunes. Ils ont fourni, en effet, sous l'argile des Polders, du sable blanchâtre coquillier, ressemblant au sable de la plage ; toutefois, j'ai des motifs de croire à la non identité de ces sables, comme âge, et je considère, jusqu'à preuve du contraire, le sable situé sous l'argile des Polders, comme quaternaire, d'âge flandrien, facies marin.

Tous les autres sondages effectués entre Mariakerke et Middelkerke m'ont donné, sauf un, des résultats semblables, c'est-à-dire, au sommet, de l'argile des Polders grise, typique, sur 1 mètre à 1^m.25, et passant vers le bas à du sable gris, fin, un peu argileux, percé sur 4 à 5 mètres, parfois coquillier.

Un sondage, à Raverseyde, m'a donné :

Argile des Polders	1 ^m .75
Argile verdâtre avec lit tourbeux à la base	1.00
Sable gris, fin	4.25
	7.00

J'assimile l'argile verte de ce sondage à celle qui affleure sur l'estran en face de Mariakerke, et sa position est ici nettement visible sous l'argile des Polders.

Les sondages effectués entre Middelkerke et le Crocodile, n'ont également donné que de l'argile des Polders, reposant sur de fortes épaisseurs (5 à 6 mètres) de sable fin, gris, parfois coquillier.

Enfin, au Petit Crocodile, M. Mourlon et moi avons fait exécuter un grand sondage, au moyen de la sonde spéciale utilisée pour le service de la carte géologique.

Ce sondage a donné les résultats suivants :

Argile des Polders	1 ^m .50
Argile très sableuse coquillière	6 40
Sable argileux coquillier.	1.30
Argile sableuse avec linéoles de sable	4.30
Sable meuble, demi-gros, gris.	0.30
Argile sableuse.	0.70
Argile coquillière	0.30
Sable meuble, demi-gros, coquillier.	6.20
Argile bleuâtre avec petits cailloux à la base, très coquillière	0.50
Argile plastique	1.00
	22.50

Nous interprétons, avec M. Mourlon, ce sondage de la manière suivante :

Terrain moderne.	{ Argile des Polders	1 ^m .50
	{ Sable fin et argile sableuse	13.30
Quaternaire flandrien.	{ Sable meuble coquillier, avec lit d'argile très coquillière et gravier à la base.	6.70
Étage ypresien.	{ Argile ypresienne	1.00
		22.50

Dans cette interprétation, nous considérons comme d'âge moderne les 14.80 premiers mètres et comme quaternaire flandrien (facies marin) les 6^m.70 suivants. Quant à l'argile du fond, elle est bien certainement ypresienne.

Les puits artésiens de Blankenberghe et d'Ostende peuvent être considérés comme appartenant à la zone que nous décrivons en ce moment.

Rappelons qu'à Ostende, l'ensemble des couches modernes et qua-

ternaires a atteint 33^m.50 d'épaisseur et qu'à Blankenberghe, ces mêmes couches ont été percées sur 36 mètres.

On voit donc que le long du littoral, entre Blankenberghe et le Crocodile, l'ensemble des terrains modernes et quaternaires est partout très épais ; et les observations faites à Wenduyn, en démontrant l'absence d'affleurement panisielien, ont fait disparaître l'irrégularité qui paraissait si anormale, étant donnée la concordance des résultats des puits artésiens d'Ostende et de Blankenberghe.

Ajoutons encore que, dans la région située derrière les dunes, la tourbe est largement répandue entre Ostende et Blankenberghe, tandis que nous ne l'avons pas constatée une seule fois entre Ostende et le Petit Crocodile.

OBSERVATIONS DANS LA PLAINE MARITIME.

Ces observations sont réparties assez irrégulièrement jusqu'ici entre Bruges, Jabbeke et Stalhille, vers Oudenbourg et entre Snaeskerke, Ostende et Middelkerke.

Entre Bruges et la halte de Varssenaere, la limite de l'argile des Polders suit approximativement le canal de Bruges à Ostende.

A partir de la hauteur de Varssenaere cette limite passe au sud du canal et suit, avec quelques écarts au-dessus et au-dessous, la courbe de niveau de 4 mètres.

Dans toute la zone approchant sa limite, l'argile des Polders, dont on peut très bien observer le biseau, repose directement sur le sable jaune flamand typique.

Vers Jabbeke une partie du bord se modifie et l'argile est représentée par une faible épaisseur d'alluvion brunâtre avec coquilles d'eau douce.

Entre la gare de Jabbeke et Stalhille il existe un trou dans le manteau d'argile des Polders, laissant affleurer directement le sable flamand.

Plus au nord, vers Meetkerke, Houttave, Lepelhem, on voit la tourbe s'intercaler entre l'argile des Polders et le sable flamand typique et, en montant vers le nord, les sables fins qui viennent s'ajouter à la tourbe.

Au sud-est de Varssenaere des sondages montrent que le sable flamand normal repose sur le sable panisielien P1d.

Au nord du village de Snellegheem un grand sondage a été fait par M. Murlon et moi ; ce sondage a fourni la coupe suivante :

Sable flandrien normal	5 ^m .20
Sable panisielien P1d.	10 60
Argile sableuse P1c.	1 40
Argile plastique P1m., à texture schistoïde	4.50
	21.70

Au sud d'Oudenbourg un autre grand sondage a donné :

Sable flandrien normal	8 ^m .80
Argile plastique P1m.	5.60
	14.40

Des sondages effectués dans le Polder de Snaeskerke nous ont montré la présence d'argile des Polders complètement plastique, dure et compacte, épaisse de 1 à 2 mètres, surmontant des sables fins, gris, argileux, tachetés de tourbe, puis, vers 4 mètres à 4^m.50, une couche de tourbe brune, probablement épaisse.

Un grand sondage effectué à Leffinghe par M. Mourlon et moi a fourni les données suivantes :

Argile des Polders.	1 ^m .50
Sable demi-gros, meuble	10.70
Sable coquillier avec cailloux vers le bas	12.10
Argile coquillière avec cailloux	0.60
Argile bleue ypresienne.	4.50
	29.40

Ici l'argile des Polders, au lieu de reposer directement sur le Flandrien, comme dans les deux sondages de Snelleghe et d'Oudenbourg, repose sur des dépôts modernes — sans tourbe — et ceux-ci, à leur tour, sur le représentant marin du Flandrien.

Les sondages effectués entre Leffinghe et la grande route d'Ostende à Furnes conduisent aux mêmes résultats, sauf un, qui montre de l'argile verte sous l'argile des Polders, comme à Raversyde.

On peut conclure des observations relatées ci-dessus que la plaine maritime est recouverte d'une couche assez uniforme d'argile des Polders, grise, plus ou moins coquillière, formant une large zone le long du littoral.

Partout où j'ai pu observer, cette zone d'argile des Polders se termine en biseau le long de la limite méridionale et, sur une largeur d'un kilomètre et plus, elle repose directement sur le Flandrien typique assez épais.

Entre Oudenbourg et Leffinghe, et le long d'une bande parallèle au littoral en partant de celui-ci, le biseau des couches s'accroît assez brusquement et il vient s'intercaler entre l'argile des Polders et ce que je considère comme l'équivalent marin du Flandrien, une assise de sable gris fin, plus ou moins tourbeux, avec couche plus ou moins épaisse de tourbe pure. Je ne suis pas parvenu jusqu'ici à trouver des points où l'on pût observer le passage du Flandrien typique à ce que, avec M. Lorie, je considère comme un facies marin du Flandrien.

Les grands sondages de Snelleghem et d'Oudenbourg n'ont fourni que du Flandrien typique, tandis que les sondages de Leffinghe et du Petit Crocodile, ainsi que les puits artésiens d'Ostende et de Blankenberghe ont fourni uniquement le facies marin, de composition assez compliquée et variable d'un point à un autre, mais toujours très coquillier.

Tout ce qui vient d'être dit a rapport à la région comprise entre Blankenberghe, Bruges, Ghisteltes et Middelkerke.

A Dixmude, à 15 kilomètres du littoral, j'ai trouvé une légère différence en ce sens que sous l'argile des Polders, épaisse de 1 mètre, il existe un représentant du sable gris tourbeux très coquillier et renfermant en abondance toute la faune de la plage actuelle. Ce sable, avec linéoles d'argile et fragments de bois, a 5 mètres d'épaisseur et repose directement sur l'Ypresien, au lieu de reposer sur le Flandrien normal.

Ce n'est qu'un peu plus loin, vers le N.-E. sur la route de Beerst, que la tourbe pure et épaisse fait son apparition sous l'argile des Polders, épaisse de plus de 2 mètres.

A Beerst, au bord de la dépression remplie par l'argile des Polders, le sable coquillier et la tourbe, un sondage a donné :

Sable flandrien typique	m. 50
Limon gris pur, avec alternances sableuses et sable graveleux à la base	1.50
Argile ypresienne.	

Ce sont là les deux termes principaux du quaternaire continental des Flandres.

Les principaux résultats des observations faites en 1893 le long d'une bonne partie du littoral et dans la plaine maritime belge peuvent donc se résumer ainsi :

1° L'ensemble des terrains modernes et quaternaires prend tout le long du littoral considéré une épaisseur croissante à mesure que l'on s'avance vers la ligne des côtes.

2° Vers Bruges, Snelleghem et Oudenbourg, on ne voit guère que de 5 à 8 mètres de quaternaire flandrien typique reposant directement sur le Paniselien.

3° En s'avançant vers la ligne des côtes, l'argile des Polders apparaît rapidement au-dessus du Flandrien et forme manteau presque continu.

4° En se rapprochant des côtes, il s'intercale entre l'argile des Polders et le Flandrien un terme nouveau, d'âge moderne, formé de sable fin argilo-tourbeux, parfois coquillier, représenté surtout entre Ostende et Middelkerke et pouvant être totalement ou en partie remplacé par de la tourbe pure, surtout entre Ostende et Blankenberghe et au sud d'Ostende, vers Snaeskerke.

5° En même temps on voit s'opérer une modification dans le facies du terme inférieur. On trouve, en effet, au lieu du Flandrien typique, un sable plus grossier avec lentilles argileuses et lits coquilliers, surtout vers la base, où les coquilles sont très abondantes et mêlées à des cailloux roulés. Ces coquilles sont en majorité marines; c'est le niveau de la *Cyrena fluminalis*.

M. Lorié, à la suite de ma note sur le puits artésien de Blankenberghe, a fait savoir à la Société qu'il considérait les couches coquillières profondes comme l'équivalent marin du Flandrien continental. Je suis tout disposé à accepter cette manière de voir.

6° Près et sur le littoral, entre Ostende et Middelkerke, il apparaît localement sous l'argile des Polders une argile sableuse verte très stratifiée, avec taches tourbeuses, qui semble être un facies de la masse sableuse grise tourbeuse moderne.

7° L'épaisseur des dépôts modernes et quaternaires qui était de 5 à 10 mètres vers le bord sud de l'argile des Polders est, à proximité du littoral, de 21^m.50 au Petit Crocodile, de 33^m.50 à Ostende et de 36 mètres à Blankenberghe.

Le biseau ne va donc pas seulement en s'épaississant de la terre ferme vers la côte, mais il semble que l'épaisseur de l'ensemble suit une progression croissante de Middelkerke à Blankenberghe.

Ce fait vient à l'appui de la constatation de l'absence de tout affleurement de Paniselien entre Wenduïne et Blankenberghe qui serait venu rompre d'une manière insolite la régularité générale des allures du grand biseau moderne et quaternaire, parallèle aux côtes.

Enfin, j'ajouterai que j'ai donné quelques coups de sonde dans le grand marais d'Assebroeck, au S.-E. de Bruges. Je croyais y trouver des alluvions épaisses et probablement de la tourbe; or, aux quelques points où j'ai sondé, je n'ai rencontré qu'un affleurement direct de sable flandrien typique.

Ces marais ne seraient donc que l'affleurement de la nappe aquifère des sables flandriens, visible dans une dépression creusée dans ces sables.

Je compte compléter mes observations dans la plaine maritime belge dans le courant de l'année 1894, et j'ajouterai immédiatement qu'il semble que la différence existant entre la plaine maritime belge explorée et la partie correspondante de la Flandre française, consiste dans l'absence, dans notre pays, du *sable à Cardium* des géologues lillois, dépôt nettement marin superposé à l'argile des Polders et qui indique une nouvelle invasion locale de la mer pendant les temps historiques, époque que l'on croit pouvoir faire coïncider avec le II^e siècle.

SUR UN IMPORTANT EXEMPLAIRE
DU
CERVUS (EURYCEROS) HIBERNIÆ, Owen

PAR LE

Dr Hans Pohlig

Professeur à l'Université de Bonn.

PLANCHE IV.

Parmi les nombreux trésors que contient le comptoir paléontologique, bien connu, de M. le Dr Krantz, se trouve actuellement une tête très intéressante du cerf gigantesque des tourbières de l'Irlande, *Cervus (Euryceros) Hiberniæ* Owen. Cet exemplaire, formant un supplément important et nécessaire de ma monographie des Cervidés quaternaires (1), M. Krantz a bien voulu me permettre la publication de cette relique précieuse.

I. DESCRIPTION.

La tête se trouve représentée minutieusement au 1/20 de la grandeur naturelle dans la fig. 1, où elle est vue de face; la fig. 2 la montre vue de dessous, au 1/15 de la grandeur, et la fig. 3 la montre vue de profil à gauche.

Du côté de la *face antérieure* (fig. 1), on remarque immédiatement les six chevilles principales de chaque branche, n° 1-6, qui caractérisent les individus âgés du cerf géant mâle; le premier andouiller (1) est dichotome, comme de coutume, et le second (2) est relativement très petit en comparaison avec les quatre autres (3-6).

(1) Dans les *Palæontographica* de M. VON ZITTEL, Stuttgart, 1892.

En outre, on voit, au bord inférieur de la paumure, un certain nombre de chevilles courtes, dont on compte huit (7-14) à droite, et sept (7'-13') à gauche; les nos 13 et 14 à droite naissent d'un seul et même point du bord de la paumure, et en sortent perpendiculairement à la direction de celle-ci.

On peut distinguer aussi dans cette figure les empreintes ramifiées arborescentes, causées par les vaisseaux nourriciers des bois, qui envoient une forte branche à chaque cheville principale.

L'examen de la face inférieure (fig. 2) montre que les deux branches partent de la tête suivant un angle qui dépasse à peine 45°. Les chevilles principales sont courbées en dedans et l'andouiller(1) en dehors, comme de coutume; la deuxième cheville (2) paraît plus courte à droite qu'à gauche, et les deux dernières à gauche (13 et 14) sortent en quelque sorte géminées latéralement d'un même point du bord. De la même manière, les deux dernières pointes à droite (12 et 13) sortent en sens opposé, la dernière (13') allant en dedans et la précédente en dehors.

Il y a donc un léger manque de symétrie, ce qui n'est d'ailleurs pas rare dans les différentes espèces du genre *Cervus*.

La vue du profil droit (fig. 3), à une échelle moins réduite, montre mieux les grandeurs et positions respectives de toutes les chevilles et fait voir de même la suite des vaisseaux nourriciers. Vus de ce côté, le crâne et le premier andouiller semblent proportionnellement plus longs, parce que les autres chevilles sont vues en perspective et raccourcies.

II. DIMENSIONS.

Envergure de la ramure : 2 mètres; longueur de chaque bois : 1^m.60. Distance minima des origines des deux bois : 0^m.1. Hauteur approximative de la pointe de la seconde cheville principale (3), au-dessus du bord alvéolaire : 0^m.9. Largeur minima de la paumure entre la 3^e et 4^e cheville 0^m.35. Longueur du crâne 0^m.50.

III. COMPARAISONS.

J'ai, dans ma Monographie précitée, figuré les crânes de Paris et de Darmstadt (*loc. cit.*, fig. 1), comme exemples typiques de la forme normale de notre *Cervus Hiberniæ*, tandis que, dans un autre groupe de figures (*ibid.*, fig. 2), j'ai réuni presque tous les cas connus

jusqu'alors d'anomalies remarquables de cette race⁽¹⁾. Dans un mémoire ultérieur, j'y ai ajouté⁽²⁾ la représentation d'une autre anomalie intéressante, qui se trouve au Musée de l'Université de Strasbourg (*loc. cit.*, 1893, fig. 4).

De plus, j'ai fait représenter dans les fig. 3-10 des « Palæontographica (l. c., texte) » les bois normaux et les anomalies importantes de quatre autres races de ce même *Cervus Euryceros*, races locales ou géologiques temporaires, qui ont été appelées : *Cervus Germaniæ* Pohl., *C. Italiæ* Pohl., *C. Belgrandi* Lart. et *C. Dawkinsi* New.

Or, si nous comparons à toutes ces représentations les figures fournies par la planche IV, nous trouvons dans ces dernières une singularité qui manque aux autres : c'est le développement d'une série de chevilles prononcées, au bord inférieur de la ramure, entre la dernière pointe (14 ou 13') et la plus excentrique⁽⁶⁾. On trouve assez souvent une petite cheville correspondant à celles marquées 7 et 7' dans notre exemplaire, comme dans les exemplaires de Bruxelles, de Dresde et de Strasbourg, figurés par moi ; et, d'autre part, on voit quelquefois que les dernières chevilles sont dichotomes, comme dans les bois de Bonn, et ceux de Francfort ou de Berne, ou même trichotomes, comme dans un bois de la tête figurée de Strasbourg. Mais l'ornement formé par quatre ou cinq petites chevilles *supplémentaires* à ces accessoires, c'est là une particularité propre jusqu'ici à l'individu figuré dans le présent travail.

Et c'est là un caractère bien important, parce qu'il rapproche cet exemplaire du vrai *daim* (*Cervus dama*), beaucoup plus que les autres. On sait que, chez le daim, ordinairement du moins, les chevilles de la paumure sortent toutes du bord *inférieur* (ou postérieur) de cette dernière, opposé à celui d'où toutes les chevilles principales sortent dans le *Cervus euryceros* normal.

Par conséquent, notre individu se rapproche, quant à la constitution des chevilles de la paumure, de l'élan européen : *Cervus alces*, qui, par l'arrangement semi-circulaire et symétrique des chevilles de sa paumure, prend une position intermédiaire, à cet égard, entre le Daim et l'Euryceros (voir les fig. 12 et 17 de ma Monographie précitée de 1892).

J'ai figuré ailleurs (*loc. cit.* 1892, texte, fig. 4) quelques anomalies très remarquables de l'*Euryceros Germaniæ*, qui, de leur côté, sont inter-

(1) Voir aussi : V. BALL, Trans. Dublin Soc. III., Nov. 1885, pl. XI.

(2) H. POHLIG, *Eine Elephantenhöhle Siciliens und der erste Nachweis des Cranialdomes von Elephas antiquus*. Mémoires de l'Académie de Munich, 1890, 1. — Une autre ramure anormale, citée comme provenant du même endroit (*Williams*), se trouve maintenant à Leyde ; une troisième est en ma propre possession.

médiaires aussi entre cette espèce et le daim. Mais, chez ces individus, la ressemblance a été produite d'une manière *tout à fait différente*, et très intéressante aussi. Au lieu de l'interposition d'une série de petites chevilles accessoires entre la dernière principale et la précédente, comme c'est le cas pour l'individu figuré ici, qui se rapproche ainsi du daim dans la constitution de la ramure, ces autres types ont changé les proportions des chevilles *principales* : la seconde est devenue la plus longue, au lieu de l'avant-dernière, et les autres ont été réduites jusqu'à la dimension de simples accessoires (voir les figures). On ne peut nier que de telles anomalies semblent se rapprocher plus encore du *Cervus dama* que l'individu figuré ici.

J'ai démontré, de plus, que l'espèce *dama*, de son côté, se rapproche quelquefois plus que de coutume de l'*Euryceros* dans la constitution de ses bois (*loc. cit.* 1892, p. 240, 241) : soit par des chevilles accessoires au bord antérieur de la paumure, au lieu de la *dernière*, soit par les dimensions gigantesques de mon *Dama Gastaldii* qui, à cause de sa taille même, a été faussement désigné comme *Euryceros* (voir ma Monographie) par un savant de la valeur de Rütimeyer.

Il me semble très remarquable que l'individu de Bonn figuré ici, aussi bien que les autres anomalies précitées d'*Euryceros Germaniæ*, — qui s'éloignent de même de la forme normale dans la direction du daim, quant à la constitution des bois, — se rapproche en même temps de cette dernière espèce par deux autres particularités de la ramure : d'une part, la réduction de l'envergure de cette dernière; et, d'autre part, l'*angle* relativement faible sous lequel les branches partent du crâne, si l'on compare les mêmes éléments sur les centaines d'exemplaires normaux de l'*Euryceros Hiberniæ* exhumés en Irlande et conservés dans presque tous les musées importants du monde.

IV. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS.

Les descriptions et comparaisons données ci-dessus nous conduisent à la même conclusion inattendue, signalée déjà dans ma Monographie : que le *daim*, et non pas l'élan, est le plus proche allié de l'*Euryceros*; et que ces deux espèces sont intimement liées par des formes de transition affectant les deux types.

Dans le genre Cerf, les bois sont de la même importance que la dentition dans les autres mammifères, — sur la connaissance de laquelle, suivant le grand Cuvier, on pourrait reconstruire toute la bête.

Le bois d'un *Cervus*, d'un chevreuil par exemple, constitue sa *physiologie* et tout chasseur expérimenté sait bien, qu'on y peut lire parfaite-

ment, comme dans le visage humain, les relations les plus intimes, les *liens de parenté*, de filiation, le type de développement du corps entier ou de certaines parties de celui-ci. Je suis à même de prouver cette assertion sur des exemplaires de ma propre collection, et on en trouverait dans toute autre collection locale de quelque importance, si les propriétaires y avaient toujours joint les notes nécessaires, ce qui, malheureusement, tout important que cela soit pour la science, ne se fait que trop rarement.

C'est donc la constitution de la *ramure* qui doit nous guider, surtout quand il s'agit de constater les affinités entre les différentes espèces du genre *Cervus*. Quant aux proportions du *corps*, on n'en pourrait jamais conclure que l'*Euryceros* est le plus proche allié du daim. Le seul cerf vivant, qui, à cet égard, ressemble à l'*Euryceros*, est l'*élan*, dont l'aspect général, rappelant celui du genre *Bison*, n'est plus tout à fait d'accord aujourd'hui avec le développement des bois, mais il date d'une période du quaternaire où les bois de l'*élan* aussi étaient peu inférieurs, quant aux dimensions, à ceux de l'*Euryceros*, comme je l'ai démontré pour l'*Alces latifrontis* (voir ma Monographie, texte, fig. 16).

Or, l'*Euryceros* avait, ramure à part, un aspect général encore beaucoup plus semblable à celui d'un bœuf, comme nous pouvons le conclure de ses proportions générales, et aussi de la longueur spéciale de la tête (plus de 0^m.50), du volume énorme de la région cervicale, de la hauteur extraordinaire des apophyses épineuses des vertèbres dorsales, tout à fait semblables à celles du taureau, et de la lourdeur des extrémités antérieures et postérieures. Mais qu'on ne s'y trompe pas! Si étrange que cela puisse paraître, ce sont là des caractères secondaires provoqués par le développement gigantesque des bois.

Pour citer un cas analogue chez d'autres mammifères, nous avons un phénomène tout à fait parallèle dans le développement extrême des incisives, en forme de défenses, de l'éléphant. Nous savons que les ongles des ruminants et les incisives des rongeurs atteignent quelquefois des longueurs extravagantes, si les individus n'ont pas assez d'occasion d'en user; et qu'une espèce africaine, notamment, doit même ronger de l'ivoire et des ossements, pour paralyser la vigueur presque pathologique de sa croissance dentaire. C'est ainsi que, peu à peu, se sont développées ces énormes défenses d'un *Elephas antiquus* qui ont atteint plus de 5 mètres de longueur et 0.25 mètre de diamètre (1). Eh

(1) Voir : H. POHLIG. *Nova Acta Acad. Leopold.* Halle, 1891, vol. LVII, n° 5, pag. 322.

bien ! elles ont provoqué un développement également énorme de la tête, de la région cervicale, des apophyses épineuses des vertèbres dorsales, des extrémités antérieures, de tout le corps enfin, comme dans l'*Euryceros*. Ce n'est pas que ces parties-là aient été créées antérieurement aussi fortes pour soutenir le poids colossal des défenses de l'un et des bois de l'autre, comme l'auraient prétendu jadis les téléologistes : ce sont les défenses et les bois qui, dépassant les limites normales, ont causé le développement excessif de la région antérieure du corps dans les deux espèces.

Par conséquent, il a y lieu de faire abstraction des dimensions excessives de certaines parties du corps quand il s'agit de déterminer les affinités de l'*Euryceros*. En effet, si l'on ne possédait de ce dernier que la ramure anormale figurée ici et ces autres *damiformes* que j'ai cités plus haut, on pourrait être tenté de le considérer comme *race* seulement du vrai daim gigantesque de l'Italie que j'ai nommé *Dama Gastaldii* ; il n'occuperait pas une autre position relativement au vrai daim, que le *Wapiti* ou *Strongyloceros canadensis*, par exemple, par rapport à notre *Cervus elaphus*, ou la race naine fossile de ce dernier (des îles de la Méditerranée) que j'ai nommé *Elaphus Siciliae* (*loc. cit.* 1893, pag. 31). Le *Wapiti*, qu'on peut envisager comme la race américaine du cerf vivant de l'Europe, n'en diffère pas seulement quant aux bois, par leur dimension et par la constitution de leur ramure, mais aussi, comme l'*Euryceros* diffère du vrai daim, par la fréquence d'une dichotomie ou même d'une trichotomie du premier andouiller (voir ma Monographie, texte, fig. 23).

Comme notre *Cervus elaphus* possède un caractère atavique dans ses canines supérieures, rappelant celles de l'étalon et du cochon, l'*Euryceros* de son côté (ce qui est peu connu) possède de petits ossements rudimentaires correspondant à ceux de l'élan, qui représentent les derniers restes du second et cinquième doigt.

Quoique l'Élan, comme je l'ai démontré plus haut, ne se rapproche pas autant que le Daim de l'*Euryceros*, il y a pourtant des formes qui commencent à réunir les extrêmes représentés par l'*Euryceros*, d'une part, et notre Élan, de l'autre. Telles sont : l'*Alces dicranus* (ou *Sedgwicki*) du pliocène supérieur (voir ma Monographie, fig. 18), mais surtout l'*Alces latifrontis*, d'un côté, et l'*Euryceros Belgrandi*, de l'autre, tous deux du quaternaire moyen : *Natura non facit saltum* !



NOTES

SUR LES

ALLUVIONS AURIFÈRES DE GRENADE (ESPAGNE)

PAR

Alex. J. Bourdariat.

Ayant eu l'occasion d'étudier les alluvions aurifères de Grenade en 1891-92, nous avons cru intéressant de résumer en une note succincte le résultat de quelques-unes de nos observations, faites durant le cours des travaux préliminaires d'exploitation.

Les terrains aurifères de Grenade ont été très anciennement connus. Durant la période romaine on exploita activement les mines de la Galicie, des Asturies, et particulièrement celles de la Bétique, où l'on trouve encore de nombreux vestiges de cette époque. Les Arabes les travaillèrent également, mais d'une façon moins suivie. Après la prise de Grenade, en 1492, l'exploitation de ces alluvions resta stationnaire bien que plusieurs concessions eussent été octroyées jusqu'en 1643. Depuis, sauf de rares exceptions, il n'y eut plus que les tentatives isolées des orpailleurs.

Les alluvions aurifères de Grenade se présentent sous forme de collines sur les rives du Darro et du Genil. Elles s'étendent en longueur depuis l'est de Cénés jusqu'au pied de Grenade, en prenant le nom de *Cerro del Sol*, de l'*Alhambra*, et de l'*Albaicin*. Leur largeur augmente progressivement en s'éloignant de Cénés. Un peu à l'ouest de ce village, elles franchissent le Genil, se prolongent vers Huétor et forment les collines du même nom. La profonde vallée d'érosion du Genil, en séparant nettement les élévations du *Cerro del Sol* de celles de *Huétor*, a taillé dans celles-ci, vis-à-vis de La Lancha, une

immense coupe d'un accès difficile, qui montre des couches d'alluvions diversement colorées du rougeâtre au jaunâtre et surmontées d'une petite couche blanchâtre, non aurifère, contenant des traces d'argent. Cette dernière couche occupe une aire peu étendue, elle ne paraît que près des parties très profondément ravинées, à l'est du *cerro*, *haza de las Macucas* et dans le voisinage du *camino de los Neveros*.

On n'est pas complètement d'accord sur l'âge de ces alluvions. Quelques-uns les rattachent au Tortonien, d'autres au Pleistocène. Quant à nous, bien qu'il n'y ait rien de précis à cet égard, certains indices nous porteraient à leur attribuer une origine Pliocène supérieur.

Ces terrains sont composés de couches épaisses de graviers, stratifiées par de nombreux lits d'argile diversement colorée, et par des sables et des cailloux roulés de toutes grosseurs atteignant quelquefois un volume de plus d'un mètre cube. Parmi ces débris dominant surtout les micaschistes, les schistes très grenatiformes, les quartzites et les quartz blancs et colorés. On y trouve aussi des roches basiques, serpentines et amphibole, ainsi que quelques rares cailloux d'un calcaire cristallin. Tous ces éléments détritiques proviendraient, d'après M. Guillemin-Tarayre, du cirque d'effondrement du *barranco San Juan*, dans la Sierra Nevada (1).

Beaucoup de ces roches sont aurifères, et particulièrement les mica-schistes dont l'or paraît provenir d'une source acide. Dans les quartz, la teneur en métal précieux augmente avec la coloration ; la serpentine en contient des traces.

On observe ci, très irrégulièrement disséminée sur la surface, une terre rouge ferro-alumineuse, analogue à celle des districts miniers de Peñaflor. Elle se compose en grande partie d'une argile renfermant de petits rognons de limonite et des matériaux de transport. On trouve aussi cette argile en couches compactes dans les alluvions, où elle est difficile à abattre ; exposée à l'air, elle s'effrite alors rapidement.

Cette terre rouge de la surface était recherchée des anciens qui l'ont toujours exploitée quand elle s'offrait sur une épaisseur suffisante, comme au *cerro del Almendro*. Mais elle ne fait pas actuellement l'objet d'une exploitation spéciale : elle n'est pas assez abondante et son traitement est trop difficile. Sa nature essentiellement argileuse, ainsi que la présence d'une infinité de petites lamelles de mica rendent le lavage très long.

L'abondance de ce mica impalpable est telle que, durant le lavage, il

(1) GUILLEMIN-TARAYRE, *Constitution minéralogique de la Sierra Nevada de Grenade*. (Comptes rendus de l'Acad. des Sciences, 11 mai 1885.)

donne à l'eau une apparence satinée et chatoyante. Peu à peu ces petites lamelles se déposent dans le fond des appareils de débouillage, en formant une sorte de feutre qui arrête le fonctionnement des grilles. D'après une analyse sommaire, ce serait un mica potassique hydraté, se rapprochant de la sérécite comme composition.

Nous partageons complètement l'opinion de M. Salvador Calderon (1) quant à l'origine de l'argile contenue dans ces terres rouges très communes à Grenade et dans la sierra de Peñaflor, qu'il attribue à l'altération.

Personnellement, nous croyons que cette argile provient plutôt d'une altération des micaschistes et serpentines de la Sierra Nevada, que d'émissions hydrothermales qui se seraient produites entre l'Éocène et l'Oligocène. L'abondance considérable du mica dans ces argiles, et la présence de l'or, généralement à l'état de combinaison comme dans les micaschistes du *barranco San Juan*, démontrent qu'elles sont le produit de l'altération des roches précédentes.

La propriété aurifère se manifeste d'une façon plus ou moins intense dans toute l'épaisseur des alluvions. Très faible près de la surface, elle s'accroît en profondeur ainsi que dans les couches de graviers et de sables siliceux légèrement colorés. Les nappes d'argile sont plutôt argentifères, mais dans une faible proportion.

La teneur des terres déblayées en 1891-92, pour préparer les niveaux d'attaques, variait de quelques centimes à 1 fr. 50 au mètre cube. Cette faible teneur était dépassée, dans certains *barrancos* (*barrancos del Oro*, *Termino*, etc.) par suite d'une concentration naturelle, et dans quelques couches, comme par exemple celle reproduite dans la coupe ci-jointe, — couche de sable à 95 mètres de l'entrée du tunnel. — Le maximum se trouve dans la partie inférieure du dépôt que l'on n'avait pas encore atteinte au moment de notre départ. La richesse de l'ancienne mine du *Zapatero*, située à ce niveau, est restée légendaire.

Quand il s'agit d'alluvions, il est toujours difficile de déterminer une teneur moyenne d'après quelques analyses seulement. Cette difficulté est due à la répartition inégale de l'or et à son extrême état de division, qui rendent impossible une prise d'échantillon rigoureusement moyen. Dans les *prospections* ou recherches préliminaires, les lavages sur de grandes quantités, soigneusement recueillies et mesurées, peuvent seuls donner une idée de la valeur d'un gisement. Ces prises d'échantillons sont levées aussi fréquemment que l'exigent la nature et l'état

(1) SALVADOR CALDERON, *La Sierra de Peñaflor (Sevilla) y sus yacimientos auríferos*. (Anal. de la Soc. esp. de Hist. nat., tomo XV, 1886, p. 147.)

due des alluvions. On les lave généralement au *sluice* et au *berceau*, dans les *prospections* rapides on emploie la *batée*, malgré son rendement inférieur. Maniée par des mains exercées la *batée* donne cependant des indications très précieuses.

Comme on le sait, le principe de tous ces appareils de lavage repose sur le classement mécanique. Durant l'opération, les matériaux des terres lavées se classent par ordre de densité. Les parties légères et stériles sont graduellement rejetées, tandis que l'or et les minéraux très lourds sont retenus dans le fond des appareils, où ils forment un sable concentré noir. L'or libre est ensuite isolé des *concentrés*. Ceux-ci peuvent contenir une quantité d'or combiné égale à l'or libre, ils sont alors conservés pour être analysés et traités par les procédés ordinaires.

Les résidus concentrés du lavage se composent ici d'un sable noir magnétique avec fer titané. Nous y avons aussi observé quelquefois des traces de cinabre. A l'examen on y découvre encore d'autres minéraux parmi lesquels le quartz, le mica, le plagioclase, la hornblende, le peridote, l'andalousite et de très nombreux grenats appartenant aux variétés calcaro-ferreuses et alumineuses. Les sulfures y sont très rares; les tellurures abondent au contraire et rendent difficile le traitement de l'or combiné.

On considère généralement la présence du sable noir dans les résidus des lavages comme un indice favorable. Nous avons souvent constaté le contraire à Grenade. Il faut ajouter que la majeure partie de nos essais ont été faits sur des terrains de surface et d'anciens *tailings*, les seuls lavés alors à La Lancha. Il est à présumer qu'en profondeur ces alluvions suivent la règle commune.

Dans les alluvions aurifères de Grenade, l'or se présente en petites paillettes aplaties, à contours irréguliers, d'une belle couleur jaune foncée, au titre de 990 à 993 millièmes. Il est allié à des quantités variables d'argent et à des traces de rhodium et de platine. Les paillettes des terrains de surface sont très petites, leur dimension augmente avec la profondeur, ainsi que dans certains *barrancos*. Les alluvions contiennent aussi de l'or en poudre, *flourgold*, si impalpable, qu'il flotte sur les eaux de lavage et s'échappe avec elles sans pouvoir être recueilli.

Les paillettes de *Huetor* sont plus grosses que celles des alluvions de la rive droite du Genil, on y rencontre souvent de petites pépites, — *barranco de Doña Juana*. — Cette abondance de l'or se manifeste même à la surface, tandis qu'au *Cerro del Sol* les couches supérieures sont pauvres et que la teneur n'augmente qu'à une certaine profondeur. Si l'on tient compte que l'épaisseur des alluvions de *Huetor* est

inférieure à celle du *Cerro del Sol*, on doit attribuer cette augmentation de teneur à une dénudation plus profonde, qui aurait enrichi certaines poches et certains talwegs comme celui du *barranco* actuel de *Doña Juana*. Ce qui confirmerait cette opinion, c'est que l'enrichissement n'est pas uniforme, mais qu'il est localisé dans des directions correspondant presque toujours avec d'anciens talwegs. La valeur des alluvions de *Hueter* ne pourrait donc être regardée par ce seul fait, comme supérieure à celle du *Cerro del Sol*.

Du reste, les efforts des anciens exploitants de diverses époques se sont concentrés sur le *Cerro del Sol*. Leur activité est surabondamment prouvée par l'immense vide de l'*Hoyo de la Campana* que leur exploitation a laissé dans le *Cerro* près de La Lancha. On estime à plusieurs millions le nombre de mètres cubes enlevés sur ce seul point. Partout on retrouve des vestiges irrécusables du passage des anciens. Le *Cerro* entier est sillonné de tunnels, de puits et de canaux qui amenaient de très loin l'eau nécessaire à l'exploitation.

Les grands travaux de déblaiement du cirque de l'*Hoyo de la Campana*, qui avait été peu à peu comblé par des éboulements, firent successivement découvrir, pendant notre séjour, les canaux de lavage des Arabes, et ensuite ceux de l'époque romaine. Ces derniers, très larges et très solidement construits à l'aide de gros blocs, étaient intacts. — L'exploitation se faisait alors simplement à l'eau courante. On faisait arriver l'eau par un canal débouchant le plus haut possible au-dessus de l'exploitation. De là elle était dirigée sur les points choisis.

Peu à peu le courant désagrégeait et emportait les terres et les graviers. Il était ensuite recueilli dans les canaux de lavage où l'or se déposait. Quant aux grosses pierres que le courant n'avait pas entraînées, on les enlevait à la main.

C'est ce procédé légèrement modifié que l'on employait encore jusqu'à 1852. Depuis, les moyens d'action autrement puissants de la *méthode hydraulique*, se sont substitués à cette exploitation primitive. Avec cette méthode continuellement améliorée en Californie, on obtient un rendement énorme, tout en réduisant la main-d'œuvre à sa plus simple expression. Elle n'est malheureusement pas d'une application générale. On ne peut l'employer que dans les alluvions des hautes vallées où la pente est assez grande pour donner de la pression, et permettre l'évacuation rapide des débris; naturellement cette dernière condition est difficile à réaliser dans des régions cultivées.

L'exploitation des alluvions de Grenade était fondée sur ce type, avec une usine de broyage et d'amalgamation pour les graviers aurifères et

les résidus du lavage. Il sera intéressant de donner ici un aperçu de cette exploitation, d'autant plus qu'elle était peut-être l'unique en Europe installée d'après la méthode californienne.

L'élément le plus important d'une exploitation de ce genre, l'eau, était fournie par plusieurs canaux dont un seul était alors en usage. Ce canal amenait les eaux de l'*Aguas-Blancas*, sur un trajet de 16 kilomètres dont 6 kil. 5 en tunnels. Près du petit village de Dudar il franchissait une profonde vallée au moyen d'un siphon en tôle d'acier de 0^m.65 de diamètre et de 800 mètres de longueur. La concession d'eau pour ce canal était de 1900 litres à la seconde, pouvant suffire largement à une grande exploitation. Il débouchait par un tunnel dans un bassin situé sur les flancs supérieurs de l'*Hoyo de la Campana*.

Du bassin, partait une puissante tuyauterie en tôle, qui amenait les eaux dans les différents niveaux d'attaque jusqu'à l'usine où la pression atteignait environ 16 atmosphères. La conduite se maintenait autant que possible en ligne droite. De celle-ci se détachaient des conduits secondaires qui aboutissaient dans les chantiers d'attaque.

Dans chaque chantier se trouvaient en activité, un *géant*, — sorte d'ajutage mobile monté sur affût, qui lance un jet puissant contre le front d'attaque, — et des hydrolances d'un système particulier dû à M. Guillemin-Tarayre. Il est difficile de dépeindre la puissance de ces jets énormes, qui, dirigés par un homme seulement, détruisent tout sur leur passage. Ils commencent à percer un trou dont les bords se désagrègent peu à peu, et bientôt ce trou s'agrandit au point que, la base venant à manquer, une grosse tranche d'alluvion s'abat avec fracas. Le jet s'attaque ensuite à la partie éboulée qu'il fouille en faisant rejallir l'eau et les graviers de toutes parts. En quelques minutes tout est emporté par la puissance du courant, boue, sables, graviers et grosses pierres. — De cet amas d'alluvion abattue, il ne reste plus que quelques gros blocs, que l'on place sur des wagonnets au moyen d'une grue, pour être jetés dans les barrancos de décharge.

Le torrent d'eau et de boue était recueilli dans des canaux de lavage d'une grande longueur, garnis de *rifles* en fer, et suffisamment inclinés dans la première partie de leur parcours pour permettre au courant d'emporter les grosses pierres. Là s'opérait un travail de classement et de concentration. L'or, par suite de sa densité, se déposait dans le fond des canaux, où il était retenu entre les interstices des *rifles*, pendant que les matériaux plus légers, ainsi que les pierres et les graviers, continuaient leur course en avant.

Le précieux métal se déposait en pépites de plus en plus petites, à mesure qu'il s'éloignait de la tête des canaux. Quant à l'or en fine pous-

sière, appelé aussi en Amérique *floating gold*, il était emporté et par conséquent perdu. Dans beaucoup d'exploitations on ajoute du mercure dans les sections supérieures des canaux, afin de diminuer la perte de l'or.

De distance en distance on avait ménagé des chutes sur le parcours des canaux. Le courant tombait alors dans le canal inférieur en traversant une grille dont l'écartement diminuait progressivement dans les chutes suivantes. Il abandonnait ainsi graduellement les grosses pierres, les cailloux, les graviers et le sable grossier. De sorte qu'au débouché du canal il ne restait plus qu'un courant d'eau boueuse, que l'on achevait de clarifier dans des bassins fréquemment nettoyés.

Les matériaux rejetés par les grilles quand ils n'étaient pas culbutés dans les *barrancos*, étaient transportés à l'usine où on les traitait si leur teneur était suffisante.

Les *rifles* étaient fréquemment levés pour permettre la récolte des sables concentrés très aurifères. Cette opération n'arrêtait pas le lavage, grâce à un canal auxiliaire dans lequel on faisait passer le courant. L'or libre était séparé des *concentrés* par un lavage dans des appareils spéciaux et les résidus étaient traités à l'usine.

Cette digression, qu'il était difficile d'éviter dans une notice sur des alluvions aurifères, donnera une idée des frais énormes qu'entraîne la méthode hydraulique, installée généralement dans des régions très accidentées, et où les canaux d'amenée d'eau ne peuvent s'établir qu'à l'aide de nombreux travaux d'art. Mais ces frais sont largement compensés par les avantages d'une méthode qui permet de traiter avec profit des terrains inexploitable par tout autre procédé.

La coupe ci-jointe rendra plus sensible la disposition des couches d'alluvions du versant sud du *Cerro del Sol*.

EXPLICATION DE LA COUPE

PAR LE TUNNEL DE LA CUESTA

FIG. I. — Coupe longitudinale du tunnel, dont la longueur atteignait alors 128 mètres. — L'entrée, située sur le versant sud du *Cerro del Sol*, est précédée par une tranchée de quelques mètres. — Le tunnel croise près de l'entrée une ancienne descenderie.

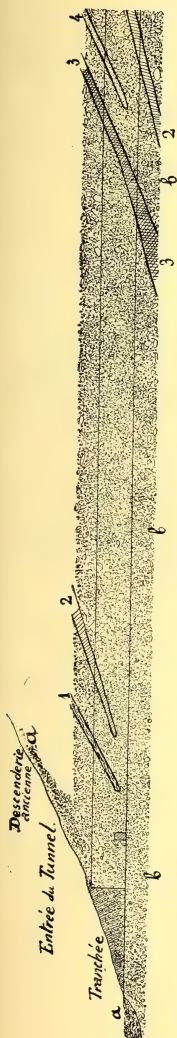


FIG. I.

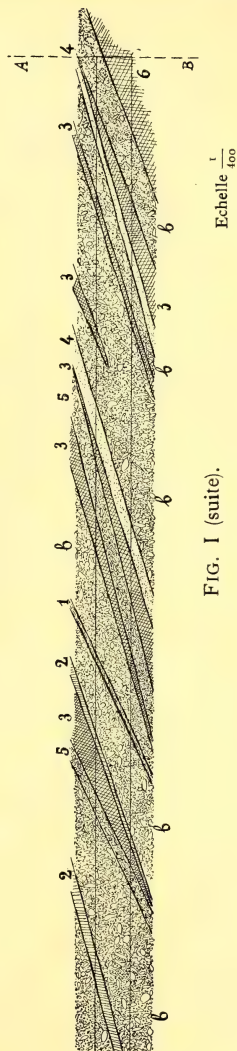


FIG. I (suite).

- | | |
|---|--|
| <p>a) Terre rougeâtre de la surface.
 b) Graviers légèrement colorés, avec débris de toutes dimensions.</p> | <p>4. Sable siliceux à grains fins et irréguliers;
 5. Couche de graviers argileux;
 6. Couche épaisse d'argile verdâtre, parsemée de taches et de petits nodules de limonite.</p> |
|---|--|

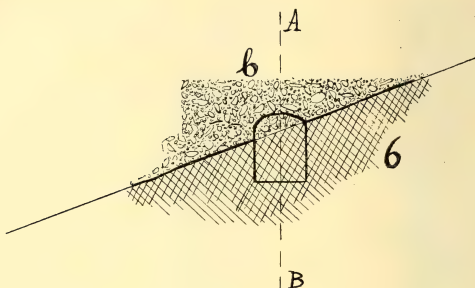


FIG. II. — Coupe transversale par le front de taille. Elle montre la couche d'argile verdâtre plongeant vers l'ouest sous un angle de 20° . — L'épaisseur de cette couche était alors indéterminée, les travaux d'avancement ayant été suspendus à ce point.

Nota. — Dans la figure 1, le point que désigne l'expression *Descenderie ancienne* se rapporte au figuré rectangulaire qui se trouve, en projection verticale, à un centimètre sous la dernière lettre de l'indication : *Entrée du Tunnel*.



DE LA COMPOSITION

DE LA

PARTIE INFÉRIEURE DU HOULLER DE LA BASSE-SAMBRE

PAR

X. Stainier

Docteur en sciences naturelles,
Membre de la Commission de la Carte géologique,
Professeur de Géologie à l'Institut agricole de Gembloux.

PLANCHE V

De toutes les parties du Houiller la plus mal étudiée est certes celle qui s'étend à la partie inférieure de ce terrain. Il y a à cela plusieurs causes bien faciles à comprendre. La principale de toutes ces causes, c'est l'absence complète de tout travail de creusement de charbonnage s'étendant des assises supérieures aux assises inférieures et qui aurait permis d'établir une coupe continue. Par conséquent nous devons employer des moyens indirects pour arriver à établir la série de dépôts qui s'étend depuis le Calcaire carbonifère jusqu'aux couches de charbon qui font l'objet de l'exploitation du bassin de Charleroi. Ce qui fait encore que la partie inférieure du Houiller est moins connue, c'est que les couches exploitables y sont peu nombreuses, séparées par des stamper stériles d'une épaisseur inconnue dans le Houiller supérieur et que de plus ces couches de charbon fournissent un combustible de moindre valeur. Aussi dans nos bassins houillers profonds tels que celui de Charleroi l'exploitation est restée confinée dans les séries de couches très rapprochées que renferme notre Houiller supérieur ; on

n'est pas allé plus bas. Ce n'est que dans la partie tout à fait orientale et terminale du grand bassin houiller du Hainaut, dans les environs de Namur, que l'on a exploité les couches les plus inférieures du terrain houiller, les autres ayant disparu par dénudation. Mais, par suite de l'épuisement progressif des parties supérieures du Houiller, il arrivera fatalement un moment, et ce moment n'est pas très éloigné dans certaines régions du bassin de la Basse-Sambre (1), où l'on devra rechercher en profondeur s'il existe d'autres veines exploitables en dessous de celles qui sont exploitées aujourd'hui.

Pour bien comprendre ce qui va suivre, il ne sera pas hors de propos de donner ici une brève description de la partie du terrain houiller la plus inférieure exploitée dans la Basse-Sambre. Nous nous appuierons pour cela sur les remarquables travaux du Corps des mines de Charleroi, dont les résultats sont consignés dans la Carte des mines du Bassin du Charleroi (2).

Pour la facilité des études on y a distribué en plusieurs groupes ou séries toutes les couches connues dans ce bassin. Dans chacune de ces séries on a choisi la couche la plus remarquable par son épaisseur, par la qualité de son combustible, par sa régularité et par sa continuité.

On a appelé cette couche, *couche directrice*, parce qu'elle est en quelque sorte caractéristique de la série où on la trouve, et que par la connaissance de ses allures on peut déduire celles des autres couches de la série. Dans la série des couches les plus inférieures actuellement exploitées il y a une couche très importante exploitée dans la plupart des charbonnages de la Basse-Sambre. C'est la couche directrice de cette série inférieure et elle est connue sous des noms très divers : Grande veine, Grand défoncement, Marengo, Fichet, etc.

En dessous de cette veine on trouve encore deux veines exploitées, dont l'inférieure est à une distance de 80 à 100 mètres sous la couche directrice et porte les noms de Lambiotte, Faux, Petite Masse, Ahurie, Gros Pierre, etc. C'est à cette couche que s'arrêtent à proprement parler les exploitations actuelles. Cependant dans un certain nombre de charbonnages on est descendu plus bas et l'on a pu constater qu'il faut traverser une stampe stérile ne contenant que des veinettes et

(1) Par bassin de la Basse-Sambre nous entendons ici toute la partie du grand bassin houiller du Hainaut depuis Charleroi jusqu'à sa terminaison orientale dans la vallée du Samson.

(2) Carte des mines du bassin de Charleroi. Échelle 1/20.000.

2 feuilles de cartes, 3 feuilles de coupes, 1 feuille de tableau de raccordement des couches. Bruxelles, 1884.

ayant de 160 à 200 mètres, pour arriver à rencontrer une nouvelle couche exploitable, qui partout a reçu le nom de veine Léopold (charbonnage de Pont-de-Loup, Carabinier, Arsimont, Noël-Sart-Culpart, etc.). On a creusé plusieurs mètres en dessous de la couche Léopold sans rencontrer de veine exploitable, et telle est aujourd'hui la limite inférieure des recherches dans la partie profonde du bassin houiller de la Basse-Sambre. Cependant si l'on consulte les coupes de la carte des mines, on voit que sous la couche Léopold et jusqu'au calcaire carbonifère, il y a encore une épaisseur de près de 700 mètres de terrain houiller.

Cette stampe de 700 mètres est-elle entièrement stérile (1) ou inconnue ; c'est là ce que nous nous proposons d'examiner dans ce présent travail.

A priori on est certain que cette stampe n'est pas stérile, puisqu'on y exploite, dans les environs de Namur, plusieurs couches au voisinage du Calcaire carbonifère. Mais la difficulté consiste à raccorder ces couches inférieures des environs de Namur aux couches plus élevées exploitées plus à l'ouest afin d'arriver ainsi à établir d'une façon complète la série de couches depuis le Calcaire carbonifère jusqu'au Houiller tout à fait supérieur.

Or, comme nous l'avons dit en commençant, dans aucun charbonnage il n'y a de travaux partant de la série de couches exploitées et s'étendant jusqu'au Calcaire carbonifère. Il paraît donc impossible d'arriver maintenant à tracer d'une façon directe une coupe complète et certaine de la partie inférieure du Houiller. Pourtant il y aurait un intérêt majeur, dans l'intérêt des recherches futures, à connaître d'avance la composition de cette partie inférieure du Houiller. Cet intérêt est d'autant plus grand que là les veines sont à des profondeurs de plus en plus grandes, que ces veines sont peu nombreuses et séparées par d'épaisses stampes stériles. Par conséquent les recherches à faire y seront bien plus dispendieuses et ne devront se faire qu'à bon escient.

S'il est impossible, comme nous l'avons dit plus haut, d'arriver directement à établir la composition de la partie inférieure du Houiller, je pense cependant pouvoir arriver à ce résultat par une voie détournée, et cela dès maintenant, en utilisant les renseignements fournis par les travaux déjà exécutés.

(1) Sur les coupes de la carte des mines de Charleroi cette stampe est en effet en blanc, mais je pense que les auteurs de cette carte ont voulu indiquer par là, non pas qu'ils considéraient cette stampe comme entièrement stérile, mais qu'ils ne possédaient pas d'éléments suffisants pour déterminer avec certitude la composition de cette stampe.

Nous allons exposer par quel procédé et au moyen de quels renseignements on peut parvenir à rattacher la série de couches exploitées aux environs de Namur, à celles du Houiller supérieur. Ces renseignements sont consignés dans le tableau synoptique annexé à ce travail.

Charbonnage de la Basse-Marlagne (Colonne n° 1) : On connaît dans ce charbonnage un groupe de trois couches et une veinette. La position du calcaire et des phanites par rapport à la couche Sablon a été déterminée par la position des affleurements.

Charbonnage de Malonne (Colonne n° 2) : On retrouve dans ce charbonnage un groupe de couches qu'il est très facile de raccorder avec les couches du charbonnage précédent qui lui est contigu. Ce raccordement est encore facilité par la présence, dans les deux charbonnages, d'un niveau épais d'un grès grossier feldspathique des plus caractéristique. Mais au charbonnage de Malonne on voit apparaître une des roches les plus faciles à reconnaître : le poudingue houiller, dont la position est ici bien reconnue par les travaux du charbonnage et du fort de Malonne.

Charbonnage de Spy (Colonne n° 3) : On retrouve dans ce charbonnage une série de veines et de roches qui est identiquement la même qu'au charbonnage précédent, comme le montrent d'ailleurs les colonnes nos 2 et 3 juxtaposées.

Charbonnage de Jemeppe-sur-Sambre (Colonne n° 4) : On voit dans la partie septentrionale de la concession de ce nom le banc de poudingue houiller, qui est la continuation manifeste de celui de la concession voisine de Spy, et qui est renseigné dans la colonne n° 3. Or ici, par suite de l'approfondissement du bassin, nous voyons apparaître des couches supérieures. Nous avons d'abord une première veine (Trieu-Laurein), qui est l'équivalent de la couche Léopold, puis au-dessus deux couches dont la synonymie est bien connue, car on a pu les suivre directement vers l'ouest jusque dans le bassin de Charleroi et constater que la couche inférieure est bien le correspondant de la couche Ahurie, Gros Pierre, Petite Masse, etc. La position de la couche Trieu-Laurein, par rapport au poudingue houiller et par rapport aux couches plus élevées, a été déterminée par la position des affleurements.

Charbonnage d'Arsimont (Colonne n° 5) : S'il pouvait y avoir doute sur la synonymie des couches du charbonnage précédent, la comparaison avec la série des couches du charbonnage d'Arsimont est de nature à le dissiper. Or, au charbonnage d'Arsimont, la synonymie des couches est très bien connue et l'on est parfaitement raccordé avec les couches de tous les charbonnages situés plus à l'ouest. Il y a là notamment

la couche Grande Veine, qui est bien la couche directrice de la série inférieure actuellement connue.

Charbonnage du Hazard (Colonne n° 6) : Je joins encore ici une série de couches prise dans un charbonnage situé sur le bord nord du bassin et où la couche directrice en question est bien connue. Cette série montre l'uniformité de composition qui existe au voisinage de cette couche directrice.

Dans ce charbonnage, au-dessus de cette couche directrice, on retrouve plusieurs autres couches sur lesquelles nous ne dirons rien, car elles sont parfaitement connues et raccordées. On est là en pleine série connue et exploitée.

Or voit donc comment, en s'avancant progressivement de l'est vers l'ouest, on peut monter de charbonnage en charbonnage dans la série des couches houillères, par échelons successifs en profitant des points de repère communs et raccordés qu'on y observe. C'est ainsi qu'en partant des couches les plus inférieures voisines du calcaire du charbonnage de la Basse-Marlagne, on arrive insensiblement jusqu'à la série inférieure actuellement connue et exploitée dans les environs de Charleroi.

Parmi les renseignements qui nous ont permis d'établir ainsi le raccordement, il en est qui proviennent de travaux souterrains bien étudiés et qui par conséquent fournissent des données de grande valeur. Il en est d'autres, au contraire, qui proviennent de l'étude de la position des affleurements et qui par conséquent sont moins certains et restent sujets à vérification. Nous citerons spécialement parmi ces derniers : 1° Situation de la couche Sablon, par rapport au Calcaire carbonifère; 2° Situation de la couche Trieu-Laurein, par rapport au poudingue houiller et aux couches plus élevées.

Ces réserves faites, nous allons essayer d'indiquer d'une façon générale quelle est la composition de la partie inférieure du Houiller de la Basse-Sambre et de la rapporter à la légende de la Carte géologique au 1/40 000.

Composition du houiller de la Basse-Sambre (de bas en haut).

HOUILLER INFÉRIEUR H1.

Assise H1a. Nous ne dirons rien de cette assise, qui ne présente pas d'intérêt industriel et qui est d'ailleurs bien connue et ne montre ici rien de spécial.

Assise H1b. On peut très bien étudier cette assise dans la belle

coupe qui existe sur la rive gauche de la Meuse entre la citadelle de Namur et le ravin de la Pairelle, coupe qui est complétée par les travaux de trois charbonnages. D'après cette coupe on voit que l'assise présente la composition suivante :

1^o Une zone de grès, de schistes et de psammites avec quelques rares veinettes et ayant près de 80 à 100 mètres d'épaisseur ;

2^o Une veine très importante qui porte les noms suivants :

Veine Sablon	(Charbonnage de la Basse-Marlagne);
» Chauvin	(» de la Plante);
» du Midi	(» de Saint-Lambert);
» Fort d'Orange	(» du Château);
» Pierre-qui-tourne	(» de Spy);

G^{de} veine de Flawinne (Charbonnages de Flawinne et de Floriffoux).

Cette veine a été et est encore exploitée actuellement. Elle se fait remarquer par sa régularité, sa continuité et la propreté de son combustible, qui appartient à la variété appelée « terroulle ». On n'a pas exploité cette veine à l'ouest de la concession de Spy ;

3^o Au-dessus vient une assise de schistes, grès et psammites, ne renfermant aucune veinette et ayant environ 120 mètres d'épaisseur. Dans son mémoire sur la constitution géologique de la province de Namur, M. Cauchy signale qu'il y a observé une couche épaisse de plusieurs mètres, formée de nodules de sidérose (Citadelle de Namur) ;

4^o Vient ensuite un niveau de grès très important que l'on a presque toujours confondu avec le vrai poudingue houiller, dont il présente tous les caractères. Mais dans plusieurs coupes, notamment dans celle de la grande galerie d'écoulement de la Gueule-du-Loup (charbonnage de Malonne), on voit très bien qu'il y a deux niveaux de grès grossier, dont le supérieur est le vrai poudingue houiller. Quant au grès dont nous parlons ici, on peut très bien l'étudier dans la carrière de la Gueule-du-Loup et dans celles entre Floriffoux et Flawinne, ainsi que dans la coupe au sud de Namur, dont nous avons parlé plus haut.

Ce grès est à très gros grains de quartz laiteux ou vitreux et montre de nombreux grains feldspathiques blancs. Les petits grains de phtanite noir, caractéristiques du poudingue houiller, sont plus rares ici.

L'épaisseur de ce grès peut atteindre 15 mètres. Elle va en diminuant de l'est vers l'ouest ;

5^o Immédiatement au-dessus du grès précédent, on voit partout des schistes feuilletés avec minces couches de nodules de sidérose et plusieurs veinettes de charbon très rapprochées. Parfois ces veinettes

deviennent assez importantes pour être exploitées, comme cela a été le cas au charbonnage de la Basse-Marlagne (veine sèche). Dans la galerie de la Gueule-du-Loup, on voit également au-dessus du grès grossier une couche d'un mètre d'épaisseur formée de nombreuses veinnettes mélangées de schiste charbonneux;

6° A une distance de 15-20 mètres au-dessus du grès grossier on voit une petite veine qui a donné lieu parfois à une exploitation (Petite-Veine du charbonnage de la Plante, — Veine Tienne-aux-cailloux du charbonnage du Château);

7° Vient ensuite une couche de schiste dans lequel est intercalé un niveau de grès assez important comme point de repère. Il est particulièrement bien développé dans la concession de la Plante, où il présente son épaisseur maximum (5 à 6 mètres). On peut le voir dans une tranchée de la grande route de Salzinne à Bois-de-Villers à 650 mètres au N.-E. de la borne 3, où on le voit en contact avec la couche Petite-Veine par suite d'une petite faille. Ce grès est connu également dans les charbonnages de Malonne et de Floreffe. Il est à grain fin, de couleur gris-noir, en petits bancs réguliers, devenant parfois très quartzeux et ressemblant alors à du phtanite. Il va en diminuant d'épaisseur de l'est vers l'ouest.

8° On voit ensuite, à une distance de 30 à 60 mètres au-dessus du grès grossier, une des veines les plus importantes du Houiller inférieur. Elle est connue sous les noms suivants :

Veine Vivier	(Charbonnage de la Basse-Marlagne)
Veine Tienne-Maquet	(» » Plante)
Grande-Veine	(» » »)
Veine chêne-renversé	(» » Malonne)
Grand-Dressant	(» » »)
Veine du Calvaire ou Saint-Auguste	(» » Spy).

Cette veine se fait également remarquer par sa continuité, sa régularité et par la qualité de son charbon; elle est encore aujourd'hui exploitée (1).

9° De la veine du Calvaire jusqu'au poudingue houiller il y a une stampe de 110 mètres, qui renferme de nombreuses veinnettes inexploitable. C'est aussi dans cette stampe que se trouvent, au charbonnage

(1) Voir les renseignements que je donne sur la veine du Calvaire dans : X. STANIER, *Matériaux pour la faune et la flore du Houiller de Belgique* (1^{re} note), ANN. SOC. GÉOL. DE BELGIQUE, t. XIX, mémoires.

de Spy, les deux niveaux de calcaire que j'ai décrits (1). Je les ai représentés à leur position dans la colonne n° 3. Le banc inférieur est du calcaire à crinoïdes; le supérieur est du calcaire ordinaire, imprégné de sidérose.

10° Immédiatement sous le poudingue houiller on a exploité, au charbonnage de Spy, une veine appelée Sainte-Anne ou Châisse. Elle présentait généralement la coupe suivante :

Charbon	0 ^m .15
Schiste noir avec minces lits de charbon. .	0 .20
Argile	0 .30
Charbon dur et brillant	0 .15

Assise H1c. Nous arrivons ensuite au niveau du poudingue houiller. Ce poudingue a déjà été décrit tant de fois qu'il serait superflu d'en parler ici. Nous citerons seulement comme fait intéressant l'observation suivante : Dans la grande galerie d'écoulement du charbonnage de Spy le poudingue, par suite de plissements, a été recoupé trois fois; la première fois, au sud, il avait 9 mètres d'épaisseur; la deuxième fois, plus au nord, il avait 13 mètres d'épaisseur, enfin la dernière fois, tout au nord, il avait 20 mètres d'épaisseur.

HOUILLER SUPÉRIEUR H2.

On y remarque les roches et veines suivantes :

1° Au charbonnage de Spy, on a exploité à 85 mètres au-dessus du poudingue houiller une veine appelée veine n°s 7 et 8. Au mur de cette veine se trouvait une roche argileuse renfermant de la pholérite, des cristaux de quartz et de blende. Sous ce mur reparait une couche de 10 mètres de grès. A 35 mètres sous la veine n° 8 on observe une veinette de 0^m.22 dont le mur est rempli de nodules de pyrite.

2° Au charbonnage de Jemeppe-sur-Sambre, d'après ce que l'on peut voir par la position des affleurements, on trouve, à 140 mètres au-dessus du poudingue houiller, une couche appelée Trieu-Laurein, qui est l'équivalent de la couche Léopold et enfin, à 200 mètres au-dessus de la couche Trieu-Laurein, on trouve la couche Petite-Plateur qui est l'équivalent des couches appelées Gros Pierre, Ahurie, Lambiotte, etc. Nous entrons donc ici dans une série parfaitement connue et il ne sera pas nécessaire de poursuivre plus loin notre description, d'autant plus que nous avons déjà eu l'occasion dans d'autres travaux

de décrire plusieurs de ces couches, ainsi que les veinettes et les roches qui les encaissent (1).

Pour compléter notre travail il nous reste maintenant à examiner s'il y a concordance entre les résultats que nous avons obtenus de nos études et ceux qui ont été fournis par les auteurs qui, avant nous, se sont occupés de ces questions.

Deux travaux importants ont été publiés sur la géologie du Houiller inférieur dans la région qui nous occupe ; ce sont :

J. FALY : *Étude sur le terrain carbonifère : Le poudingue houiller* (Ann. de la Soc. géol. de Belgique), t. V, mémoires, p. 100, 1 pl.

J. PURVES : *Sur la délimitation et la constitution de l'étage houiller inférieur* (Bull. Acad. roy. de Belgique), 3^e série, t. II, 1881, 1 pl.

Dans le but de pouvoir comparer les résultats obtenus par ces deux observateurs avec les miens, j'ai choisi parmi les coupes qu'ils donnent une coupe caractéristique dans chacun de ces travaux. Au moyen de ces coupes j'ai dressé, à la même échelle que pour mon tableau, deux colonnes montrant la série des terrains constituant le Houiller inférieur.

Pour la colonne n° 7 j'ai puisé les éléments dans la coupe n° 13, prise par M. Purves sur la rive gauche de la Sambre en face de la gare de Saint-Martin (cf. op. cit.).

Pour la colonne n° 8 j'ai puisé les éléments dans la coupe n° 3 prise par M. Faly à Monceau-sur-Sambre et passant par le moulin Roulez (Cf. op. cit.).

Avant d'entrer dans la comparaison des différentes colonnes il sera bon d'observer que dans leurs travaux M. Faly et M. Purves se sont surtout bornés à l'étude des affleurements, laissant par conséquent forcément de côté l'étude des couches de combustible pour s'attacher à celle des couches de grès et poudingues qui, eux, affleurent généralement. J'ajouterai de plus que les coupes qui m'ont fourni les éléments des colonnes n°s 7 et 8 ont été prises un peu en dehors du bassin de la Basse-Sambre.

Ces réserves faites pour expliquer certaines différences existant entre les résultats obtenus, nous pouvons voir que la colonne n° 7 indique

(1) Pour la description lithologique et paléontologique des couches Léopold et Ahurie, voir ce que j'en dis dans : X. STAINIER, *Matériaux pour la faune et la flore du Houiller en Belgique*, 1^{re} et 2^e notes, ANN. SOC. GÉOL. DE BELGIQUE, t. XIX et XX, mémoires ; X. STAINIER, *Matériaux pour la faune du Houiller*, etc., 3^e note, BULL. SOC. BELGE DE GÉOLOGIE, t. VII, mémoires.

une constitution du houiller inférieur sensiblement analogue à celle que nous signalons : On y voit aussi un niveau de grès feldspathique, puis au-dessus une veine qui, par la position de ses affleurements, peut très bien correspondre à la veine du Calvaire, enfin le poudingue houiller situé à une distance du calcaire carbonifère assez voisine de la distance que nous indiquons. Seulement, fait curieux, ici le poudingue houiller se présente en deux bancs écartés l'un de l'autre. C'est là une observation importante et qui avait déjà été produite par M. Faly, qui a montré que, dans la région de Couillet, Saint-Martin, Monceau, le poudingue houiller se présente en deux niveaux écartés l'un de l'autre. Dans cette région on aurait donc en réalité trois niveaux de grès grenus feldspathiques. En Angleterre, dans la région classique du Lancashire le « millstone grit », assise équivalant à nos assises H1b et H1c, se compose aussi, comme on sait, d'une alternance de schistes, grès et psammites avec couches de houille, et de plus il y a quatre niveaux de grès feldspathiques poudingiformes dont le plus élevé appelé « rough rock » est, comme chez nous, celui qui présente les éléments les plus volumineux et sert de limite supérieure à l'assise.

Si nous passons maintenant à l'examen de la colonne n° 8, nous y voyons indiquée d'une façon générale une constitution analogue (1). La hauteur du poudingue houiller au-dessus du calcaire est sensiblement voisine de celle que j'indique. Dans une autre de ses coupes M. Faly signale une veine appelée veine du grand Marteau, qui par sa position pourrait très bien correspondre à la veine du Calvaire.

CONCLUSIONS

Comme conclusion de ce travail on peut poser comme provisoirement acquis les faits généraux suivants concernant la composition de la partie inférieure du houiller de la Basse-Sambre :

(1) Dans son travail M. Faly indique que ses coupes sont représentées à l'échelle du 1/20000. Je suis porté à croire cependant que certaines parties entre elles ne sont pas tracées à cette échelle, car en partant de là, comme je l'ai fait dans la colonne n° 8, on arrive à donner aux assises de grès et de poudingues des épaisseurs doubles ou triples de celles qui existent en réalité (cf. colonne n° 8).

C'est par suite aussi sans doute d'une même erreur dans l'échelle que M. Faly arrive à calculer que le poudingue houiller se trouve à une distance de 500 à 600 m. au-dessus du calcaire, fait qui ne concorde ni avec la coupe de M. Purves ni avec les miennes, ni même avec celle de M. Faly lui-même, du moins pour la coupe dont j'ai extrait les éléments de la colonne n° 8.

1. Le poudingue houiller se trouve à une distance de 425 à 450 m. au-dessus du calcaire carbonifère.

2. Entre le calcaire et le poudingue houiller il y a deux veines importantes exploitées. Il reste à savoir si ces veines se prolongent jusqu'aux environs de Charleroi et quelle est la nature de leur combustible dans cette région.

3. Au-dessus du poudingue houiller on trouve, à une distance approximative de 140 mètres, la couche exploitée appelée Léopold (1).

4. Au-dessus de la couche Léopold on trouve à une distance de 160 à 200 mètres la couche Ahurie — Lambiotte = Gros Pierre, qui fait partie de la série inférieure bien connue et largement exploitée aux environs de Charleroi.

Raccordement du bassin du Hainaut au bassin de Liège.

Par suite des progrès qu'a faits la connaissance du Houiller inférieur dans les régions où nos deux grands bassins se rapprochent le plus : dans le bassin de la Basse-Sambre et dans le bassin d'Andenne (2), je pense que l'on peut aujourd'hui essayer de synchroniser les couches de combustibles et les niveaux de grès caractéristiques du Houiller inférieur dans nos deux grands bassins susdits. Pour faciliter cette étude j'ai ajouté au tableau (voir pl. V) annexé à ce travail une neuvième colonne dans laquelle j'ai figuré, à la même échelle que le reste du tableau, la série de couches reconnues au charbonnage d'Andenne (partie sud). Cette série est extraite de mon travail sur le bassin houiller d'Andenne. (Cf. op. cit., pl. III).

En comparant cette colonne n° 9 aux autres on remarque les faits suivants :

1. On retrouve dans le bassin d'Andenne le poudingue houiller que depuis longtemps tout le monde est d'accord pour rapporter au niveau de poudingue du bassin de Charleroi. Seulement à Andenne la distance du poudingue au calcaire n'est que de 230 mètres (3). Mais dans le bassin d'Andenne, on voit parfaitement que cette distance va en augmentant vers l'ouest, aussi il n'y a rien d'étonnant que cette distance soit devenue de 450 mètres dans la Basse-Sambre.

(1) La couche Léopold s'étend à l'Est jusque dans la concession de Floriffoux.

(2) Cf. X. STAINIER : *Etude sur le bassin houiller d'Andenne*. (Bull. Soc. belge de Géologie, t. VIII 1894. Mémoires, 3 pl.)

(3) Dans les travaux antérieurs à mon étude sur le bassin d'Andenne, cette distance était même réduite à 135 m.

2. Entre le poudingue houiller et le Calcaire carbonifère on trouve dans les bassins d'Andenne et de la Basse-Sambre un niveau de grès à gros grains feldspathique, probablement synchronique. Je rappellerai que dans le bassin d'Andenne j'ai trouvé au-dessus de ce grès (que j'ai appelé Grès de Neufmoulin) une couche de schiste remplie de *Pecopteris abbreviata*. J'ai retrouvé le même niveau fossilifère, avec la même fougère, au-dessus du grès grossier correspondant dans le bassin de la Basse-Sambre (1).

3. Dans les deux bassins dont nous parlons on retrouve une veine entre ce grès grossier et le Calcaire carbonifère.

4. Dans les deux bassins on trouve une veine importante entre le grès grossier et le poudingue houiller.

5. Dans les deux bassins on trouve sous cette veine une veinette parfois exploitée (2).

Le Houiller inférieur *H1b* renferme donc, comme on voit, un groupe de trois veines dans les deux bassins. Seulement dans le bassin d'Andenne ces trois veines sont plus rapprochées, par suite de la moindre épaisseur de l'assise *H1b*. Nous avons cité dans notre travail sur le bassin d'Andenne (op. cit., p. 15) des faits qui montrent que les veines inférieures s'écartent de plus en plus en allant dans la direction du bassin de la Basse-Sambre (vers l'ouest).

(1) Cf. X. STAINIER, *op. cit.*, (1^{re} note).

(2) Cette veinette ne figure pas dans la coupe de la colonne n° 9. C'est justement le seul point du bassin où cette veinette n'existe pas. Partout ailleurs elle est bien connue sous le nom de dri-veine.



TROISIÈME NOTE

SUR LES

POISSONS DU TERRAIN RUPELIEN (1)

PAR

Raymond Storms.

PLANCHE VI

CHONDROPTÉRYGIENS.

I. *Chimæra rupeliensis*.

Un certain nombre de plaques dentaires de Chimérides, facilement reconnaissables à leur forme et à leur structure caractéristiques, se trouvent parmi les fossiles recueillis par M. Delheid dans l'argile rupélienne. Ces restes, que je me propose de décrire dans la présente note, se rapportent presque tous à des poissons du genre vivant *Chimæra*; une seule dent mandibulaire, qui se distingue des autres tant par ses dimensions que par sa forme, doit avoir appartenu à un genre éteint.

Avant de commencer la description de ces fossiles, je crois qu'il ne sera pas inutile de rappeler en quelques mots la structure de la dentition de la *Chimæra monstrosa* Linn. et d'exposer en même temps la nomenclature qui a été adoptée dans le présent travail pour désigner les dents et les différentes parties qui les composent.

(1) Voir les deux premières notes sur les mêmes sujets : *Bull. Soc. belge de Géol., de Pal. et d'Hydr.* T. I, 1887. Mém. p. 98 à 112, pl. VI, et T. VI, 1893, Mém. p. 161-170 pl. VII.

LA DENTITION DE *CHIMÆRA MONSTROSA*.

Pl. VI, fig. 1, 2, 6, 7.

La dentition de *Chimæra monstrosa* Linn., se compose de trois paires de dents : deux paires à la mâchoire supérieure et une paire à la mâchoire inférieure. Les dents de la paire antérieure de la mâchoire supérieure ont été appelées *dents vomériennes* (1). Celles de la paire postérieure, *dents palatines*. Enfin, les deux dents de la mâchoire inférieure ont reçu le nom de *dents mandibulaires*.

Les *dents vomériennes*, qui remplissent les fonctions d'incisives, ont une forme quadrangulaire et sont recourbées dans le sens de leur plus longue diagonale. Leurs bords tranchants sont formés par les extrémités de cinq ou six petits faisceaux de dentine plus dure

Les *dents palatines* (Pl. VI, fig. 1, 2) sont de forme triangulaire. Elles portent, sur le tiers antérieur de leur face inférieure, qui sert à la mastication, plusieurs de ces saillies plus dures qu'on peut désigner par le nom de *tritrateurs* (2). Il y a deux de ces tritrateurs placés l'un derrière l'autre, près du bord interne, ce sont : le *tritrateur interne antérieur*, et le *tritrateur interne postérieur* (fig. 1 e). et un *médian* (fig. 1 h), qui occupe le milieu de cette partie de la dent ; de plus, une rangée de petits *tritrateurs externes* (fig. 1) longent le bord extérieur de la dent. Les deux dents palatines sont placées l'une à côté de l'autre, mais elles ne se touchent qu'en arrière sur la moitié postérieure de leur bord interne (Pl. VI, fig. 1, 2, a. b.). Ces dents forment le haut de la cavité buccale.

Les *dents mandibulaires* (Pl. VI, fig. 6 et 7) ont la forme de lames comprimées triangulaires. Le bord tranchant de chaque dent porte une large échancrure en avant, près de la symphyse. Leur surface extérieure est convexe de droite à gauche, légèrement concave de haut en bas. A la face interne, un large bourrelet longitudinal occupe le milieu de la dent et se termine en avant par un fort *tritrateur médian* (Pl. VI, fig. 6 e). Un petit tritrateur de forme allongée occupe la pointe de la dent : c'est le *tritrateur du bec* (Pl. VI, fig. 6 i). A partir de ce tritrateur une partie du bord tranchant de la dent, celle qui est échancrée, en est dépourvue ; puis, vient une suite de petits tritrateurs, dont le premier, qui est le plus fort,

(1) A. SMITH WOODWARD, *Catalogue of Fossil Fishes*, vol. II, p. 36, 1891, et ZITTEL, *Handbuch der Palæontologie*, Bd. III, p. 208.

(2) A. SMITH WOODWARD, *Catalogue of Fossil Fishes*, vol. II, p. 53, 1891.

forme l'autre bord de l'échancrure. Ces triturateurs ont été appelés : *tritrateurs externes antérieurs* et *tritrateurs externes postérieurs* (1) (Pl. VI, fig. 6 c).

Les deux dents mandibulaires ne se touchent pas à la symphyse sur toute la longueur de leurs bords internes, mais seulement sur la partie antérieure de ces bords (Pl. VI, fig. a h). Le point de contact des deux dents est indiqué sur la surface symphysienne par une facette plane légèrement inclinée. Le reste de cette surface porte un ou deux sillons longitudinaux.

COMPARAISON DES DENTS DE CHIMÆRA RUPELIENSIS AVEC CELLES
DE L'ESPÈCE VIVANTE.

Pl. VI, fig. 3, 4, 5, 8, 9, 10.

Comme il a été dit en commençant, la plupart des dents de Chimérides de l'argile rupélienne doivent se rapporter au genre vivant *Chimæra*; elles se rapprochent même tellement par la forme de celles de *Chimæra monstrosa* Linn., avec lesquelles je les ai comparées, qu'il ne sera pas nécessaire d'en donner une description détaillée et qu'il suffira de signaler les différences qui caractérisent l'espèce fossile.

Les *dents palatines* (Pl. VI, fig. 3, 4, 5) de l'espèce rupélienne ont à peu près le même contour que celles de l'espèce vivante; les principales différences sont : **a.** Une profonderrainure ou sillon qui, sur la face inférieure de la dent, longe le bord interne (Pl. VI, fig. 3 m). Ce sillon n'est que faiblement développé chez l'espèce vivante; **b.** La forme de l'extrémité antérieure de la dent, qui est élargie et aplatie horizontalement et porte une échancrure en avant (Pl. VI fig. 3 a). Chez l'espèce vivante l'extrémité antérieure de la dent n'est ni aplatie ni échancrée, mais forme une pointe émoussée; **c.** La forme et la distribution des petits triturateurs. Chez le fossile une espèce d'entaille ou creux sépare le *tritrateur interne antérieur* des *tritrateurs externes* (Pl. VI, fig. 3 e et b), de plus, le premier des petits triturateurs externes a une forme allongée et est bien plus grand que les autres, qui ne sont que de petites granulations, occupant le bord de la dent (Pl. VI fig. 6 l). Chez l'espèce vivante le *tritrateur médian extérieur* et les *tritrateurs externes* ne sont pas séparés par un sillon; ils sont plus

(1) NEWTON, E. T., *The Chimaeroid Fishes of the British Cretaceous Rocks*. Mem. Geol. Surv. 1878.

régulièrement distribués le long du bord extérieur de la dent et, de plus, le premier des *tritrateurs externes* ne diffère pas considérablement de ceux qui suivent (1).

Dents mandibulaires (Pl. VI, fig. 8, 9, 10). Le contour des dents mandibulaires est aussi très semblable à celui des dents correspondantes de l'espèce vivante. Les principales différences sont : **a.** La distribution des *petits tritrateurs externes*, qui sont séparés en deux groupes par une entaille (Pl. VI, fig. 8. k) le premier desquels correspond au *tritrateur externe antérieur* (fig. 8 n.), le second au *tritrateur externe postérieur* (Pl. VI, fig. 8 c.); **b.** La présence d'une seconde échancrure sur le bord tranchant de la dent (Pl. VI, fig. 8. k) produite par le prolongement sur ce bord de la petite entaille qui sépare les *tritrateurs externes*. Chez *Chimæra monstrosa* cette seconde échancrure manque et les cinq ou six *petits tritrateurs externes* sont distribués assez régulièrement à partir de la grande échancrure.

Toutes les dents rupeliennes sont à peu près de la même dimension que celles de l'espèce vivante. Il y en a pourtant trois : deux palatines et une mandibulaire (Pl. VI fig. 5 et 10) provenant de la même localité, et ayant probablement appartenu à un même individu, dents qui se distinguent des autres par une épaisseur bien plus considérable. Elles sont en effet plus de deux fois aussi épaisses que les autres dents fossiles, bien que les autres dimensions soient à peu près les mêmes. Comme, à part cette différence, toutes ces dents de *Chimæra* s'accordent entre elles par tous leurs caractères et présentent les mêmes différences avec celles de l'espèce vivante, il nous semble que nous n'avons affaire ici qu'à des différences individuelles.

COMPARAISON DE LA CHIMÆRA DU RUPELIEN AVEC LES ESPÈCES FOSSILES.

Des recherches paléontologiques ultérieures ont prouvé que parmi les espèces fossiles décrites jusqu'à présent sous le nom de *Chimæra* trois seulement se rapportent réellement à ce genre, et même l'une d'elles, la *Chimæra deleta* (2) Probst, fondée sur des dents provenant de la molasse miocène de Baltringen, pourrait bien, d'après M. Smith

(1) La dent palatine figurée (pl. VI fig. 1) est fort usée et ne montre pas clairement ces caractères plus visibles chez d'autres spécimens.

(2) J. PROBST, *Beiträge zur Kenntniss der fossilen Fische aus der Molasse von Baltringen*. Jahresh. d. Vater. Naturk. Wurtemberg, 1882, p. 131.

Woodward (1), se rapporter au genre *Edaphodon*. En tous les cas, la plaque dentaire figurée par le Dr Probst, porte un énorme triturateur, qui, à cause de sa taille et de sa forme, ne peut se rapporter à notre espèce. Une autre espèce a été décrite par K. Martin sous le nom de *Chimæra Javana* (2), elle provient des terrains tertiaires de Dgembok (Java). C'est une forme qui se distingue non seulement par sa petitesse, mais aussi par la face extérieure unie de sa dent palatine et par la forme de sa surface triturante, qui est composée de deux bourrelets séparés par un profond sillon. Enfin une troisième espèce fossile, la *Chimæra pliocenica* S. Woodw. (3) a été découverte dans le Pliocène de Toscane. La dent palatine de cette espèce, figurée par M. Smith Woodward, diffère des dents palatines de l'espèce rupélienne par les caractères suivants : 1° par l'absence d'échancrure, 2° par le peu de profondeur du sillon, qui, sur la face inférieure, longe le bord interne de la dent, 3° par la distribution régulière et la grandeur uniforme des petits triturateurs extérieurs. Il en résulte que les plaques dentaires de *Chimæra* découvertes dans l'argile rupélienne diffèrent des espèces rapportées à ce genre et qu'elles doivent avoir appartenu à une espèce nouvelle, pour laquelle je propose le nom de ***Chimæra rupeliensis*** n. sp. pour rappeler le nom du terrain dans lequel ces restes ont été découverts.

La *Chimæra* rupélienne est, jusqu'à présent, le plus ancien représentant connu de ce genre, qui dans le monde actuel ne compte qu'un petit nombre d'espèces, une desquelles habite encore les mers d'Europe et se rencontre accidentellement sur nos côtes.

Loc. et gisement : Niel. Terhaege et Steendorp ; Argile rupélienne supérieure. R2 c de la Carte géologique.

II. *Amylodon Delheidi* R. Storms.

Pl. VI, fig. 11, 12.

Parmi les plaques dentaires provenant de l'argile rupélienne et devant se rapporter à des Chimérides, il y en a une, comme on l'a vu plus haut, qui diffère considérablement des autres, tant par ses dimensions bien plus grandes que par sa forme caractéristique. C'est une

(1) A. SMITH WOODWARD, *Catalogue of Fossil Fishes*, 1891, Pt. II, p. 92.

(2) K. MARTIN, *Palæontologische Ergebnisse von Tiefbohrungen auf Java*. Sammlungen der geologischen Reichs-Museums in Leiden, 1883-1887, pp. 30.

(3) A. SMITH WOODWARD, *Catalogue of Fossil Fishes*. Pt. II, p. 91.

dent mandibulaire droite, ayant la forme d'une lame comprimée, de forme assez allongée, légèrement recourbée d'avant en arrière et se terminant en avant en une pointe aiguë, ou rostre, dirigée vers le haut. La surface symphysienne de cette dent est assez étroite; elle mesure à peu près un sixième de la longueur du bord inférieur de la dent. Elle est presque plane et on n'y observe que quelques stries longitudinales. La face symphysienne porte à sa partie supérieure une facette très faiblement inclinée, qui formait le point de contact des deux dents mandibulaires, comme on peut s'en convaincre par une comparaison avec ce qui se voit chez *Chimæra* (Pl. VI, fig. 12. o) (1).

La surface externe de la dent (Pl. VI, fig. 11) a un aspect luisant et corné. Là où cette surface s'est écaillée, l'os montre une structure fibreuse, dont les stries sont horizontales. La surface interne (Pl. VI, fig. 12) est aussi en partie unie et luisante. On n'y voit ni saillies ni triturateurs distincts; mais, tout le long du bord supérieur, sur un espace occupant le tiers de la hauteur de la dent, la surface est rugueuse et a un aspect compacte finement strié ou vermiculé dans une direction horizontale. Cette surface rugueuse s'étend jusqu'au bout du rostre et forme aussi le bord externe du tranchant de la dent. On voit sur la face interne rugueuse du rostre, les traces indistinctes d'une saillie étroite de substance plus dure, qui longe le bord de la face symphysienne et qui représente, peut-être, le petit triturateur du bec.

Le bord tranchant de la dent, vu à la loupe, paraît formé par une suite d'aspérités irrégulières d'une texture dure et compacte, qui, comme on peut s'en assurer sur la cassure, se prolonge à l'intérieur de la dent en une couche mince de même nature. Les deux tiers postérieurs du bord supérieur de la dent sont brisés et l'on ne peut voir si elle était échancrée ou si elle était unie. On remarque pourtant, sur la cassure, qui présente partout ailleurs une structure d'apparence fibreuse ou feuilletée, un point où l'os est plus compacte et qui est traversé obliquement par le prolongement de la même couche mince plus dense (2) qui forme le tranchant du bec. Cette structure paraît indiquer la présence d'un espèce de triturateur externe ou, en tous les cas, annonce que le bord de la mandibule était dentelé.

Le bord inférieur de la dent (Pl. VI, fig. 11, 12, h. g.), qui est

(1) A. SMITH WOODWARD, *ibid.*, Pl. I, fig. 15.

(2) Cette couche se voit fort bien sur la cassure transversale de la dent, où elle tranche par sa couleur jaune sur la teinte foncée du reste de la dent; elle est parallèle et tout près de la surface externe de la dent.

aussi brisé, fait encore mieux voir la structure de cet organe. On y remarque une couche externe, s'élargissant en arrière et qui est formée de dentine vasculaire très poreuse, semblable à celle du centre d'une dent d'*Edaphodon*, tandis que la couche interne est plus compacte et les canaux vasculaires y sont complètement calcifiés. Tous ces canaux sont dirigés dans le plan de la surface interne de la dent.

CLASSIFICATION (1)

Si nous cherchons à classer notre Chiméride dans un des genres connus nous voyons qu'il diffère :

a) de *Ganodus* (2), *Ischyodus* (3), *Callorhynchus* (4), *Pachymylus* (5), par l'absence d'un épaississement du côté externe de la dent, le long du bord supérieur.

b) de *Elasmodus* (6), *Chimæra* (7), *Brachymylus* (8), par l'absence de triturateur médian.

c) d'*Edaphodon* (9) par la forme comprimée de la dent, et la largeur moindre de la face symphysienne.

d) d'*Elasmodectes* (10) et de *Leptomylus* (11) par l'absence complète de triturateurs distincts.

e) de *Psaliodus* (12) par la faible courbure de la surface symphysienne et l'absence d'une structure réticulée à la surface extérieure.

La mandibule de Chiméride de l'argile rupélienne ne peut par conséquent se ranger dans aucun de ces genres et doit se rapporter à un genre nouveau, pour lequel je propose le nom d'**Amylodon**, nom qui rappelle l'absence de triturateurs distincts, caractère le plus remar-

(1) A. SMITH WOODWARD, *Catalogue of Fossil Fishes*, Part. II, 1891, pp. 53-92.

(2) *Ibid.*

(3) *Ibid.*

(4) *Ibid.*

(5) A. SMITH WOODWARD, *On some teeth of new Chimæroid Fishes from the Oxford and Kimmeridge clays*, Ann. and Mag. Nat. Hist., 1892.

(6) A. SMITH WOODWARD, *Catalogue of Fossil Fishes*, Part. II, 1891, pp. 53-92.

(7) *Ibid.*

(8) A. SMITH WOODWARD, *On some teeth of new Chimæroid Fishes, etc.*, Ann. and Mag. Nat. Hist., 1892.

(9) A. SMITH WOODWARD, *Catalogue of Fossil Fishes*, part. II, 1891, pp. 52-92.

(10) *Ibid.*

(11) COPE E. D., *Descriptions of some extinct Fishes previously unknown*, Proc. Boston, Soc. Nat. Hist., vol. XII, 1868-1869. E. COPE, Proc. Amer. Phil. Soc., vol. XI, 1871. E. COPE, *Cretaceous Vertebrata*, 1875, p. 281.

(12) FERGERTON (DE MALPAS GREY), *On some new species of Fossil Chimæroid Fishes*, Proc. Geol. Soc., vol. IV, 1843. AGASSIZ, *Poissons Fossiles*, vol. III, p. 351.

quable de cette dent. Je dédierai l'espèce à M. Delheid, qui a recueilli cette pièce intéressante. *Amylodon Delheidi* rappelle par son contour certaines dents d'*Edaphodon*, mais c'est de *Psaliodus* qu'il se rapproche le plus par sa structure; on pourrait même se demander s'il ne devrait pas se rapporter à ce genre. La structure réticulée de la surface extérieure de *Psaliodus* pourrait être due à l'écaillage d'une couche luisante superfine. Malheureusement *Psaliodus* n'a pas été figuré et les descriptions publiées par Egerton et Agassiz sont trop incomplètes pour qu'on puisse acquérir quelque certitude à ce sujet; d'ailleurs l'absence de stries verticales là où la surface extérieure de notre fossile s'est écaillée, ainsi que la faible courbure de la surface symphysienne m'ont paru justifier la création d'un genre nouveau.

Dimensions de la dent d'Amylodon Delheidi.

Hauteur, face symphysienne. 0^m.048.

Largeur, bord tranchant. 0. 065.

Longueur, bord inférieur. 0. 047.

Largeur, face symphysienne. 0. 009.

Gisement. Argile rupélienne supérieure (*R2c*) de Steendorp.

III. *Squatina angeloides*. Van Ben.

Pl. IV, fig. 13, 14, 15, 16.

La présence de poissons du genre *Squatina* dans l'argile rupélienne a été signalée depuis longtemps (1); mais, bien que les vertèbres de ces poissons soient communes dans ce terrain, jusqu'à présent les dents qui s'y rapportent n'étaient pas connues. Je puis aujourd'hui, grâce à l'obligeance de M. Delheid, faire connaître plusieurs dents présentant la forme caractéristique de *Squatina* et qui, provenant du même terrain que les vertèbres attribuées à ce genre, se rapportent d'autant plus probablement à la même espèce, que, comme les vertèbres, elles correspondent par la taille et par la forme à celles d'une *Squatina angelus* adulte.

Avant de nous occuper des dents fossiles, il sera utile de procéder comme nous l'avons fait pour les restes de *Chimæra* et de commencer par décrire sommairement la dentition de l'espèce vivante à laquelle

(1) VAN BENEDEN, *Patria Belgica*, 1873, p. 384. C. HASSE, *Naturl. Syst. Elasm. Besond. Theil*, p. 135. A. DAIMERIES, *Notes Ichthyologiques*, Bull. Soc. R. Malac., 1889, p. XXXIX.

nous les comparons et puis de signaler les différences que présentent les dents fossiles. Il est d'autant plus nécessaire de procéder ainsi dans le cas présent que chez *Squatina* les dents diffèrent bien plus de forme et de dimension selon la mâchoire à laquelle elles appartiennent et selon la position qu'elles occupent dans chaque mâchoire, qu'on ne le penserait de prime abord. Ces différences peuvent, dans le cas des dents fossiles isolées, donner lieu à la création de plusieurs espèces là où en réalité il n'y en a qu'une seule, ce qui d'ailleurs est probablement arrivé plusieurs fois.

DENTITION DE *SQUATINA ANGELUS*, ET COMPARAISON DES DENTS DE CETTE
ESPÈCE AVEC CELLES DE L'ARGILE RUPELIENNE.

Chez *Squatina angelus* les dents sont arrangées en séries transversales assez espacées. On compte dix de ces séries sur chaque rameau de chaque mâchoire.

Toutes ces dents ont une couronne assez étroite, aiguë et à bords tranchants. Leur face antérieure est presque aussi arrondie que la face postérieure. Vers la base elles s'élargissent brusquement de part et d'autre, mais sont dépourvues de dentelons latéraux. On remarque à la face antérieure de chaque dent une petite extension médiane de la couronne, tournée vers la base de la dent sous le grand cône. La face postérieure de la dent se prolonge aussi en arrière en un fort bourrelet. Les racines de toutes les dents s'épanouissent brusquement dans une direction horizontale, présentant en dessous une large face, au milieu de laquelle on voit un petit enfoncement.

Mâchoire supérieure. Les trois premières dents, à partir de la symphyse, sont plus petites que celles qui suivent ; la première est une des plus petites de la mâchoire. Leur couronne est plus étroite et moins tranchante que chez les autres dents. Leur racine, vue d'en dessous, présente une surface dont le contour se rapproche d'un triangle équilatéral. Les dents suivantes croissent en taille jusqu'à la cinquième ; elles sont pourtant moins grandes que les dents correspondantes de la mâchoire inférieure, et leurs couronnes sont plus étroites et moins longues — différences qui s'atténuent aux dernières dents ; mais ce qui les distingue surtout des premières dents c'est l'allongement considérable de la base de la racine : chez la sixième dent celle-ci est plus de deux fois aussi longue que large.

Mâchoire inférieure. Toutes les dents de cette mâchoire, excepté les dernières, sont bien plus grandes que celles de la mâchoire supérieure. La première est plus du tiers plus grande que la corres-

pondante de l'autre mâchoire, leurs couronnes sont bien plus allongées, plus larges et plus tranchantes, et, à l'encontre de ce qui se passe à la mâchoire supérieure, ce sont les premières dents, à partir de la symphyse, qui sont les plus grandes. Comme à la mâchoire supérieure, le contour de la base de la racine des premières dents se rapproche d'un triangle équilatéral, tandis que celui des dents postérieures est aussi allongé que chez les dents correspondantes de la mâchoire supérieure.

Si nous passons maintenant à l'étude des dents fossiles du Rupélien, nous constatons que la ressemblance de ces dents avec celles de l'espèce vivante qui viennent d'être décrites est si complète qu'une comparaison attentive parvient à peine à déceler des différences qui permettent de les distinguer spécifiquement les unes des autres.

On retrouve parmi ces dents les mêmes types que l'on observe chez l'espèce vivante, c'est-à-dire des dents à racine courte et triangulaire (Pl. VI fig. 14. a et b) et d'autres à racine fort allongée (Pl. VI, fig. 13. a b). Pourtant le petit prolongement inférieur de la face antérieure de la couronne me paraît un peu plus développé et la base de la racine d'une forme plus allongée chez l'espèce fossile que chez l'espèce vivante. Ce sont des différences peu importantes, aussi le nom spécifique de *Squatina angeloides* que le Prof. Van Beneden (1) a donné aux vertèbres provenant du Rupélien et qui rappelle leur ressemblance avec celles de l'espèce vivante, me paraît être aussi fort bien approprié aux dents, et comme les unes et les autres appartiennent très probablement à la même espèce, celle-ci devra s'appeler *Squatina angeloides* Van Beneden, nom qui a d'ailleurs la priorité.

Les vertèbres de *Squatina angeloides* van Ben. sont, comme il a été dit plus haut, semblables à celles de *Squatina angelus*, leur contour me paraît pourtant un peu moins régulier. Les figures (Pl. VI fig. 15 et 16) qui représentent, l'une une des premières cervicales, l'autre une des dorsales, donneront de ces vertèbres — qui n'ont pas encore été figurées — une idée plus exacte que ne pourrait le faire une simple description.

Gisement. Les dents et les vertèbres proviennent de l'argile rupélienne supérieure (R 2 c); elles ont été recueillies dans les briqueteries de Steendorp, près de Rupelmonde et font partie des collections de M. Delheid.

(1) VAN BENEDEN, *Patria Belgica*, 1873, p. 384.

LES SQUATINA TERTIAIRES.

Squatina est un genre qui a eu une durée géologique relativement fort longue, car on en trouve des représentants depuis la période jurassique (1) jusqu'à nos jours. Plusieurs espèces ont été créées pour les formes tertiaires et il aurait été intéressant de rechercher si les dents du Rupélien se rapportent à l'une de ces espèces; malheureusement il est impossible d'arriver à la certitude à ce sujet en se servant des figures et des descriptions publiées. Les dents de *Squatina* présentent des caractères génériques fort tranchés, qui masquent souvent les différences spécifiques, et, de plus, comme nous l'avons vu, les dents varient considérablement selon la position qu'elles occupent dans les mâchoires. Aussi nous nous contenterons d'énumérer les différentes espèces tertiaires et tout en faisant quelques remarques s'il y a lieu.

Deux espèces, d'abord confondues sous le nom de *Trigonodus prima* (2) Winkl., ont été signalées dans les terrains éocènes : l'une est la *Squatina (Trigonodus) prima* Noetl. (3), l'autre la *Squatina crassa* Daim. (4). Ce sont des espèces plus petites que la nôtre, à couronne plus courte et à racine plus épaisse.

Les terrains oligocènes et miocènes ont fourni plusieurs espèces, parmi lesquelles la *Squatina carinata* Giebel (5), du Tongrien inférieur, se distingue par une carène verticale sur la face antérieure de la couronne. La *Squatina (Sphyrna) subserrata* Münster (6), du Falunien de Neudorf, me paraît se rapprocher beaucoup de l'espèce rupélienne. Les *Squatina Fraasii* Probst (7) et *Squatina caudata* Probst (8) de la molasse miocène de Baltringen sont des espèces à couronne plus massive que celle de notre espèce. La *Squatina alata* Probst (9), du même terrain, est fondée sur une dent latérale, qui pourrait bien se rapporter à la *Squatina Fraasii*. La couronne de cette dent me paraît plus courte et plus

(1) ZITTEL, *Handbuch der Paläontologie*, III, Bd. 1, Lief. 1887, p. 91.

(2) Winkler, *Mémoire sur quelques restes de poissons du Heersien*, Arch. Mus. Teyler, vol. IV, 1876, p. 13.

(3) NOETLING, *Sitzungb. Ges. Naturf. Freunde*, Berlin, 1886, p. 16.

(4) DAIMERIES, *Notes Ichthyologiques*, n° IV, Ann. Soc. R. Malac., tom. XXIV, p. V, 1889.

(5) GIEBEL, *Fauna der Vorwelt*, p. 298.

(6) MÜNSTER, *Beiträge zur Petrefacten-Kunde*, Siebenst. Heft. Taf. II, fig. 17 a-b-c.

(7) J. PROBST, *Beiträge zur Kenntniss der fossilen Fische aus der Molasse von Baltringen*, Wurtemb. Naturwissensch. Jahrest. 1879, p. 177.

(8) J. PROBST, *Ibid.*, p. 178.

(9) J. PROBST, *Ibid.*, p. 177.

épaisse que celle de la *Squatina angeloides*, la racine aussi est moins allongée que celle que je considère comme une dent latérale de cette espèce. *Squatina* aff. *d'Anconai* Bassani (1) du Miocène moyen de Sardaigne est une espèce plus petite, à couronne plus étroite et plus grêle que la dent rupélienne. *Squatina d'Anconai* Lawley, (2) du Pliocène de Toscane, me paraît se rapprocher davantage de notre espèce, mais en diffère pourtant par une couronne plus grêle et une racine moins épaisse. Enfin *Squatina (Scaldia) biforis* Le Hon (3) paraît aussi se rapprocher de la *Squatina* rupélienne, pour autant qu'on puisse en juger d'après les figures publiées par Le Hon.

IV. *Protogaleus latus*.

Pl. VI, fig. 17, a. b. c.

Les petites dents de Squal, dont quelques-unes ont été figurées, Pl. VI, fig. 17, sont assez communes dans l'argile rupélienne. Elles présentent toutes, malgré des différences assez considérables de forme, un certain nombre de caractères semblables qui me paraissent devoir les faire rapporter à une même espèce, d'autant plus que l'on trouve parmi elles tous les intermédiaires entre les types extrêmes. Ces dents sont en effet toutes à peu près de la même taille : aucune ne dépassant 12 à 13^{mm} de largeur. Leurs racines sont assez épaisses, généralement allongées et séparées en arrière en deux lobes par une entaille profonde. Leurs couronnes, qui sont recourbées vers l'extérieur, ont les bords internes lisses et tranchants vers le haut et ne portent de dentelures que vers le bas. Les bords externes sont échancrés, et, sous l'échancrure, il y a un certain nombre de dentelures assez fortes, qui vont en décroissant.

Comme nous l'avons dit, ces dents varient considérablement de forme. Celles que j'attribue à la mâchoire supérieure ont un bord interne soit convexe, soit légèrement concave vers le bas et convexe vers le haut. Les unes ont une base allongée, une couronne basse fortement inclinée, un bord interne convexe ; elles passent par toutes les transitions à d'autres ayant des racines plus courtes, à pointes plus

(1) BASSANI, *Contributo alla paleontologia della Sardegna*. Mem. R. Accad. Sc. fis. e math. Napoli, 1891, p. 45.

(2) LAWLEY R., *Novi studi sopra ai pesci*. Firenze, 1876, p. 37.

(3) LE HON, *Préliminaires d'un mémoire sur les poissons tertiaires de Belgique*, 1871, p. 7.

redressées et plus longues. Mais ce sont les dentelures du bord interne qui varient le plus.

Chez certaines dents, telle que celle figurée Pl. VI, fig. 17a, elles s'étendent sur plus de la moitié de ce bord; chez d'autres, comme celle figurée Pl. VI, fig. 17c, elles sont plus fortement développées à la base, mais s'arrêtent brusquement; enfin, chez plusieurs d'entr'elles elles manquent presque complètement. Les dentelures du bord externe diffèrent beaucoup moins. Elles sont beaucoup plus fortes que celles du bord interne et leur nombre varie de 3 à 5. La forme des dentelures elles-mêmes varie aussi, car, non seulement elles peuvent être plus ou moins fortes, plus ou moins aiguës, mais, chez certaines dents, elles présentent une tendance à être elles-mêmes dentelées.

Les dents que j'attribue à la mâchoire inférieure se distinguent par un bord interne concave et presque complètement dépourvu de dentelures, celles-ci étant ou bien confinées au bas de la couronne ou bien manquant tout à fait. Les dentelures du côté externe sont au contraire toujours bien développées. Certaines de ces dents, celles des côtés latéraux des mâchoires (Pl. VI, fig. 17b), ont une racine fort allongée et une couronne assez basse; d'autres, au contraire, ont une racine plus courte et plus épaisse, une couronne plus redressée et plus allongée et ne portent que deux ou trois dentelures du côté externe.

Un examen à la loupe de sections minces de dents des différents types qui viennent d'être décrits montre que, comme chez tous les Carcharidés, elles sont composées de pulpo-dentine.

CLASSIFICATION.

La dent figurée Pl. VI, fig. 17 a, offre beaucoup de ressemblance avec celles représentées Fig. 20, 21, pl. 26, t. III, des *Poissons fossiles*, et qu'Agassiz rapporte à son *Galeocерdo minor*, mais qui d'après cet auteur pourrait bien, à cause de sa grandeur, appartenir au *Galeocерdo latidens*, opinion vers laquelle inclinent plusieurs auteurs plus récents (1). La dent rupélienne se rapproche même davantage de cette dernière espèce par la forme plus allongée de sa racine et sa couronne moins élevée; aussi, si elle s'était trouvée isolée, on aurait été tenté de la rapporter au *Galeocерdo latidens*. Mais, outre certains carac-

(1) WINKLER, *Beschreibung einiger fossile Tertiär-Fischreste*, etc. Arch. Vereins, fr. Naturgesch. Mecklemb. vol. XXIX, 1875, p. 119. DAMES, *Über eine tertiär. Wirbelthierfauna von Westlichen Inseln der Birket-el-Qurun*. Sitzsb. Berlin, Ak. 1883, p. 49. A. SMITH WOODWARD, *Catalogue Fossil Fishes*, vol. I, 1889. p. 441.

tères qui l'éloignent de cette espèce, tels que : la forme plus redressée de la couronne, l'absence de dentelures sur une grande partie de ses bords tranchants, et leur nombre beaucoup moins considérable sous l'échancre, on trouve tous les passages de cette dent, qui est celle qui se rapproche le plus du *Galeocерdo latidens* à d'autres qui, comme les exemplaires types du *Galeocерdo minor* d'Agassiz (fig. 15 à 19, tab. 26 et 64-66, tab. 26^o) s'éloignent non seulement de l'espèce mentionnée en premier lieu, mais même du type *Galeocерdo*, pour se rapprocher en partie du genre *Galeus*. Les caractères donnés par Agassiz pour le *Galeocерdo minor*, ainsi que les figures qu'il en a publiées correspondent avec ce qui se voit chez les dents du terrain rupélien et c'est, je crois, dans le même genre que cette espèce qu'elles doivent être classées.

Or l'espèce appelée par Agassiz *Galeocерdo minor* ne se rapporte probablement pas au genre *Galeocерdo* (1), comme le prouvent : a) la variété de formes qu'elles présentent ; b) l'absence de dentelures sur une grande partie des bords de la couronne (2). Aussi, Molin (3) croyant reconnaître que les dents d'un requin fossile du Monte-Bolca étaient tout à fait semblables à celles du *Galeocерdo minor* d'Agassiz, le rapporta, ainsi que deux autres requins fossiles, à cette espèce et créa pour elle le genre *Protogaleus*. M. Smith Woodward, qui ne classe l'espèce d'Agassiz qu'avec doute dans le genre *Galeocерdo* (4), paraît disposé à adopter le genre créé par Molin (5). Plus récemment Jækel, dans son grand mémoire sur les Sélaciens du Monte-Bolca (6), dit que Molin a confondu, sous le nom de *Protogaleus*, deux poissons différents de Monte-Bolca : l'un serait un *Galeus Cuvieri* Agass., l'autre, celui dont les dents ont été assimilées à celles du *Galeocерdo minor* Agass., se rapporteraient au genre *Alopiopsis* Lioy (7). Aussi Jækel croit que le nom de *Protogaleus* doit être supprimé. Mais, comme Molin paraît avoir eu raison en créant un genre nouveau pour le *Galeocерdo minor* d'Agassiz, et qu'il a fondé ce genre, en tous les cas en grande partie,

(1) SMITH WOODWARD, *Ibid.*, p. 446.

(2) MÜLLER U. HENLE. *Systematische Beschreibung der Plagiostomen*, 1841, p. 59.

(3) MOLIN, *Primitiae Musei Archigymnasii Batavini 1860*. Sitzber. math. nat. Cl. K. Akad. Wien, p. 583.

(4) SMITH WOODWARD, *Catalogue of Fossil Fishes*, pt. I, 1889, p. 441.

(5) SMITH WOODWARD *Belgian neozoic fish-teeth*, 1891, *Geol. Mag.*, p. 110.

(6) DR OTTO JÆKEL *Die eocänen Selachier von Monte Bolca*. Berlin, 1894, pp. 173-174.

(7) LIOY *Sopra alcuni avanzi dei plagiostom fossili del Vicentino*, 1865, Soc. Ital. Sci. Nat., vol. VIII.

sur les dents figurées et décrites par Agassiz et pour lesquelles il ne peut y avoir de confusion, il me semble que le genre *Protogaleus* doit être maintenu, même si *Galeocерdo minor* ne se rapporte pas au même genre que l'espèce de Monte-Bolca.

Nous rapportons donc les petites dents de l'argile rupélienne, ainsi que celles décrites par Agassiz sous le nom de *Galeocерdo minor*, au genre *Protogaleus* de Molin. Mais nous croyons qu'elles diffèrent trop pour pouvoir être classées dans la même espèce; les dents dont nous nous occupons ont presque toutes des racines plus allongées, des couronnes plus basses et des dentelures relativement moins fortes que celles de l'espèce d'Agassiz. Aussi nous proposons d'en faire une espèce nouvelle, que nous désignerons par le nom de ***Protogaleus latus***.

Protogaleus latus est une espèce assez commune dans l'argile rupélienne supérieure (R2c), spécialement dans les briqueteries de Steendorp.

V. *Galeocерdo acutus*, n. sp.

Pl. IV, fig. 18.

Cette espèce, qui n'est représentée dans les collections de M. Delheid que par un seul exemplaire, présente à la fois les caractères des dents des *Galeocерdo* et des *Prionodon*, et ce n'est pas sans hésitation que je la rapporte au premier de ces genres. Pourtant la largeur de la base de la couronne, la forte échancrure de son bord extérieur et les denticulations plus fortes de ce bord sous l'échancrure me paraissent justifier cette interprétation.

C'est une dent à racine large et épaisse, à couronne oblique, large à la base mais étroite au-dessus de l'échancrure et se terminant en une pointe acérée, dont le bord interne est légèrement tordu en arrière. La face externe de la couronne est assez bombée. Tous les bords tranchants sont très finement dentelés, excepté vers l'extrémité de la couronne. Les dentelures du bord externe sous l'échancrure sont beaucoup plus fortes et plus aiguës.

Si nous comparons notre dent fossile à celles qui ont été rapportées au genre *Galeocерdo*, nous voyons qu'elle diffère des espèces suivantes :

a) de *Galeocерdo latidens*, Agass. (1); *Galeocерdo aduncus*, Agass. (2);

(1) AGASSIZ, *Poissons fossiles*, 1843, vol. III, p. 231.

(2) AGASSIZ, *Ibid.*

Galeocерdo productus, Agass. (1); *Galeocерdo crassidens*, Cope (2); *Galeocерdo Capellini*, Lawley (3); *Galeocерdo priscus*, Zign. (4), par la longueur de la partie de la couronne au-dessus de l'échancrure postérieure.

b) de *Galeocерdo Hartvelli*, Cope (5); *Galeocерdo maretsensis*, Winkl. (6); *Galeocерdo Javanus*, Martin (7); *Galeocерdo dubius*, Noetling (8), par la forme étroite de la partie supérieure de la couronne.

c) de *Galeocерdo denticulatus*, Agass. (9), par l'obliquité et la courbure de la couronne et aussi par la longueur de la partie située sous l'échancrure.

d) de *Galeocерdo gibberulus*, Agass. (10); *Galeocерdo lævissimus*, Cope. (11); *Galeocерdo sublævis*, Münster (12), par la présence de denticulations sur tous les bords de la couronne.

Notre *Galeocерdo* ne peut se rapporter à aucune de ces espèces et représente par conséquent un type nouveau, que je désignerai par le nom de ***Galeocерdo acutus***, n. sp.

Galeocерdo acutus a été recueilli dans l'argile rupélienne supérieure de Hemixem, village situé au nord-est de Ruppelmonde.

(1) L. AGASSIZ, *Notice of the Fossil Fishes found in California*, by W. P. Blake. Amer. Journ. Sc. 2 séries. vol. XXI. 1856, p. 272.

(2) COPE, *On the families of fishes of the cretaceous formations of Kansas*, Proc. Amer. Phil. Soc., 1872, pp. 355.

(3) R. LAWLEY, *Studi comparativi sui pesci fossile con viventi*, etc., Pisa, 1881, p. 145.

(4) F. BASSANI, *Richerche sui pesci fossili di Chiavon*. Napoli, 1889, Atti Accad. R. Sci. Napoli, vol. III (2), p. 30.

(5) E. COPE, *On the families of fishes*, loc. cit., Proc. Amer. Phil. Soc. 1872, p. 356.

(6) WINKLER, *Mémoire sur quelques restes de poissons du Heersien*, Arch. Mus. Teyler, vol. IV, 1876, p. 11.

(7) K. MARTIN, *Palæontologische Ergebnisse von Tiefbohrungen auf Java. 1883*. Samlungen der Geol. Reichsmus. Leiden, p. 24.

(8) F. NOETLING, *Die Fauna der samländischer Tertiär*, Abhandl. Geol. Specialk. Preussen, 1885. Bd. VI, heft. 3, taf. V, fig 6.

(9) L. AGASSIZ, *Poissons fossiles*, 1843, vol. III, p. 233.

(10) L. AGASSIZ, *Ibid.*, p. 232.

(11) E. D. COPE, *An Addition to the Vertebrate Fauna of the Miocene Period*, Proc. Acad. Nat. Sci. Philad. 1868, p. 141.

(12) MÜNSTER, *Beiträge zur Petrefacten-Kunde*. Siebenste Heft, 1846, p. 20.

LE COURS DE LA MEUSE DEPUIS L'ÈRE TERTIAIRE

PAR

X. Stainier

Docteur en sciences naturelles,
Professeur de Géologie à l'Institut agricole de l'État, à Gembloux,
Membre de la Commission de la Carte géologique.

PLANCHE VII.

Lorsqu'on se trouve dans une de nos imposantes vallées de la Haute-Belgique, on ne peut s'empêcher, si l'on a quelque propension à scruter les secrets de la nature, on ne peut s'empêcher, dis-je, de se demander à quelle époque et sous l'influence de quels agents se sont formés ces gigantesques sillons. La géologie a depuis longtemps donné des réponses à cette question intéressante, mais ces réponses, quoique venant des personnes les plus autorisées, sont si différentes entre elles qu'on doit nécessairement se dire que nous sommes encore loin d'une certitude absolue. Dans ces conditions il m'a semblé qu'il pourrait être utile de faire connaître une série d'observations que j'ai recueillies sur le cours de la Meuse. C'est par les faits et rien que par les faits que l'on pourra arriver à élucider la question dont nous avons parlé.

Je tiens à déclarer d'abord que mes observations n'ont porté que sur la partie du cours de la Meuse située entre Lustin et Engis (52 kilomètres), par conséquent c'est à cette partie-là seulement que s'appliquent les faits que j'ai observés et les conclusions que j'en ai déduites.

J'ose espérer que mes confrères qui auront eu l'occasion d'étudier les autres parties du cours de la Meuse, ou de toute autre rivière de la Haute-Belgique, voudront bien publier le résultat de leurs observations et alors seulement on sera à même de se faire une opinion digne de confiance.

Tout d'abord on peut se demander s'il y a possibilité d'arriver à reconstituer l'histoire de nos grands cours d'eau ?

Certes. Nos cours d'eau ont laissé par-ci par-là des traces de leur existence passée, sous forme de sédiments, de cailloux. En étudiant ces dépôts, leur allure et leur répartition, en examinant la forme des vallées, on peut arriver à reconstituer les phases successives par lesquelles ces cours d'eau ont passé avant d'atteindre leur état actuel. C'est ce que nous allons essayer de faire pour la Meuse.

Pour peu que l'on examine les flancs de la vallée de la Meuse on y observe, étagés à des hauteurs différentes, des amas de cailloux roulés. Chacun de ces étages marque une phase dans l'histoire de la Meuse et c'est par l'examen des caractères que ces amas présentent que l'on peut arriver à connaître ces phases, comme nous allons le faire pour la Meuse, en commençant par la période la plus ancienne.

Période tertiaire : Au sommet des hauts plateaux qui avoisinent le cours actuel de la Meuse on trouve des nappes ou amas de cailloux représentant le premier dépôt connu de la Meuse. On a déjà suffisamment décrit ces curieux amas, leur composition, l'origine de leurs matériaux pour qu'il soit nécessaire de revenir aujourd'hui sur ce sujet (1). Nous ne nous occuperons ici que de leur répartition et des conséquences qu'on peut en tirer. Sur la carte jointe à ce travail (planche VII) nous avons figuré les différents amas que nous avons observés. Quelque nombreux que soient ces amas, on peut affirmer avec certitude qu'ils ne représentent qu'une faible partie du dépôt fluviatile primitif. Non seulement l'érosion n'a plus laissé par ci par là que des lambeaux isolés de la nappe primitive ininterrompue, mais les limites elles-mêmes de cette nappe ont pu être plus ou moins altérées. Quoi qu'il en soit, on voit cependant que, si mutilés qu'ils soient, ces amas pourront encore nous fournir matière à constatations intéressantes. Nous avons représenté sur la carte ci-jointe tous les amas connus de quelque importance. De plus, nous avons joint à quelques amas un ou deux chiffres indiquant l'altitude maximum et minimum de ces amas au-dessus du niveau de la mer. Nous n'avons donné ces côtes d'altitude que pour les amas qui, par suite de leur superposition à des roches quartzeuses ou schisteuses, sont probablement restés en

(1) VAN DEN BROECK : *Les cailloux oolithiques des graviers tertiaires des hauts plateaux de la Meuse*. (Bull. Soc. belge de Géologie, t. III, 1889, p. 404.) — STAINIER : *Origine des cailloux oolithiques des couches à cailloux blancs du bassin de la Meuse*. (Ann. Soc. géologique de Belgique, t. XVIII, 1890-92, p. 29.) — VAN DEN BROECK : *Coup d'œil synthétique sur l'Oligocène belge*. (Bull. Soc. belge de Géologie, t. VII, 1893, p. 255.)

place les uns par rapport aux autres. Les amas non cotés sont au contraire superposés à des roches calcaires ou dolomitiques et, par suite de phénomènes de dissolution, ils se sont manifestement affaissés (1). Enfin nous avons délimité par les lignes A-A et B-B la zone dans laquelle on trouve rassemblés ces amas et cela afin de montrer d'une façon schématique et, avec les réserves données plus haut, les particularités du cours de la Meuse pendant la période tertiaire. Or si l'on examine attentivement la carte (pl. VII) et les coupes transversales (pp. 94-95) on constate nettement les particularités suivantes :

1° La traînée d'amas de cailloux blancs donne l'impression d'une nappe de cailloux roulés déposés par un fleuve dont la direction serait très voisine de la direction de la Meuse actuelle.

2° La largeur de ce fleuve aurait varié de 4000 à 10.000 mètres, par conséquent aurait été incomparablement supérieure à celle de la Meuse actuelle qui, dans ces régions, n'atteint jamais plus de 200 mètres (2).

3° La pente actuelle de ces dépôts est d'environ 50 mètres sur 50 kilomètres. En effet, vers Bois-de-Villers, au sud, les amas atteignent des cotes de 240 à 250 mètres, tandis que aux environs d'Engis ces cotes ne sont plus que de 180 à 200 mètres. Cette pente totale représente environ 1 mètre par kilomètre et le sens de la pente est le même que celui de la Meuse actuelle.

4° En examinant les coupes transversales et surtout en reportant sur une carte de l'État-major avec courbes de niveaux, la zone entière à cailloux blancs qui figure sur notre carte, on remarque immédiatement un fait qui paraît tout à fait paradoxal. En effet le fleuve à cailloux blancs semble couler d'une façon tort étrange tout le long et au sommet d'une arête saillante dans la région. En d'autre mots, ce fleuve paraît ne pas avoir de berges. Ce fait ressort à l'évidence de l'inspection d'une carte de l'État-major, où l'on voit, à partir de la zone à cailloux blancs, les altitudes diminuer en tous sens. Il n'y a guère que sur la rive S-E. de ce fleuve à cailloux blancs que l'on trouve, à une distance de 3 à 5 kilomètres, une crête continue dont l'altitude est d'environ 30 mètres supérieure à la sienne. Sur la rive N-O. au contraire on ne trouve nulle part, à n'importe quelle distance, d'altitude

(1) RUTOT ET VAN DEN BROECK : *De l'extension des sédiments tongriens sur les plateaux du Condroz et de l'Ardenne et du rôle géologique des vallées d'effondrement dans les régions à zones calcaires de la Haute-Belgique*. (Bull. Soc. belge de Géologie, t. 11, 1888, p. 9.)

(2) Et pourtant, comme nous l'avons dit plus haut, il est fort probable que la largeur de la zone à cailloux blancs a encore été réduite par les érosions subséquentes.

supérieure. Ce fait, en apparence paradoxal, peut cependant s'expliquer si l'on songe aux conditions dans lesquelles s'est créé ce dépôt fluviatile. Lorsque la Meuse tertiaire a commencé à couler, la région était recouverte d'un vaste manteau de sable oligocène (1). C'est dans ce sable que le fleuve a creusé son lit et c'est ce sable qui en constituait les berges entre lesquelles se déposaient les cailloux blancs. Or lorsque les érosions postérieures se sont exercées sur ce complexe, il est bien évident que les amas de cailloux blancs, parfois encore agglutinés par l'argile et ou la limonite, devaient présenter bien plus de résistance à l'érosion que les berges sableuses. Celles-ci ont donc disparu les premières laissant ainsi en saillie les dépôts caillouteux.

5° Enfin il est une dernière particularité à citer. Sur toute l'étendue de la région qui figure sur notre carte, le cours de la Meuse tertiaire est absolument rectiligne. La chose mérite d'être signalée car de nos jours c'est un des faits les plus remarquables de voir la Meuse arrivant à Namur prendre brusquement une nouvelle direction faisant presque un angle droit avec la direction générale qu'elle suivait depuis Givet, avec une constance si remarquable, perpendiculairement à toutes nos bandes de terrains primaires. Pour la Meuse tertiaire rien de pareil. La direction, jalonnée par les amas de cailloux blancs en amont de Namur, semble la faire venir de l'Entre-Sambre-et-Meuse, du côté de Fosse et de Walcourt (2), au lieu de la faire venir de Dinant comme aujourd'hui. Toutefois cette observation ne pourra acquérir toute sa portée que lorsque mes confrères faisant le levé géologique de l'Entre-Sambre-et-Meuse auront pu poursuivre dans cette région la traînée d'amas de

(1) Cf. VAN DEN BROCK, *op. cit.* : *Coup d'œil synthétique*, etc.

(2) Je crois bon de signaler ici des découvertes que je n'ai pas encore publiées et qui sont de nature à jeter quelque jour sur la direction qu'a suivie la Meuse en amont de Namur. Dans un amas de cailloux blancs au S.-O. de Namur (coordonnées par rapport à la borne 3 de la grand'route de Namur à Bois-de-Villers : Long. E. = 60 m. Lat. S. = 1100 m.), j'ai trouvé des cailloux oolithiques de dimensions beaucoup plus considérables que d'habitude, de plus j'ai trouvé des fragments de calcaire à polypiers ressemblant complètement à certains calcaires bajociens ou coralliens des Ardennes françaises. Un de ces fragments présentait même un polypier qui paraît être un *Isastrea*.

En outre, j'ai trouvé de nombreux cailloux roulés (diamètre 0^m.06) de cherts (phtanites) gris clair ou un peu blond, avec nombreuses colonnes de crinoïdes en creux. Ces roches sont incontestablement les cherts waulsortiens, si répandus dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, notamment aux environs de Fraire-Morialmé. L'identité est absolue avec les cherts que le chemin de fer du Grand-Central belge emploie pour ballaster sa voie. J'ai retrouvé ces roches crinoïdiques dans l'amas de cailloux blancs situé à peu près à mi-chemin entre les hameaux de Cabaca et Le Fort (même région).

cailloux blancs. Alors seulement on pourra tracer d'une façon certaine le cours de la Meuse tertiaire jusque plus près de son pays d'origine. Et comme il semble bien acquis, d'après la provenance des matériaux qui constituent les amas de cailloux blancs, que ceux-ci proviennent des Vosges ou de la Moselle (1), c'est en fin de compte dans ces régions que le lit de la Meuse tertiaire devra aboutir après une courbe plus ou moins accentuée.

Telles sont les remarques que peut nous suggérer l'étude de la carte des cailloutis tertiaires (2). Nous allons passer maintenant à l'examen des particularités que présentent les dépôts formés par la Meuse durant la période quaternaire. Nous verrons alors quelles sont les conclusions que l'on peut tirer, tant de ces particularités elles-mêmes, que de leur comparaison avec celles du fleuve tertiaire telles que nous venons de les exposer.

Période quaternaire. Les dépôts fluviatiles caillouteux de cette période ont été divisés en deux étages bien distincts dans la région qui nous occupe. Le premier de ces étages, le plus ancien, c'est l'étage campinien de la légende de la carte géologique de Belgique au 1/40 000. Cet étage, auquel on a attribué la notation Q2 m., comprend les amas de gravier des terrasses supérieures et moyennes de la vallée de la Meuse. Le second de ces étages, l'étage hesbayen, est le plus récent et comprend la couche de gravier ininterrompue qui tapisse tout le fond de la vallée actuelle de la Meuse. On lui a attribué la notation Q3o. Nous commencerons naturellement par l'étude des dépôts les plus anciens.

Période quaternaire campinienne. Comme nous allons voir, ce sont les dépôts de cet âge dont l'étude va nous fournir matière aux déductions les plus importantes. Nous allons tout d'abord voir quelles sont les particularités qu'ils présentent et cela au moyen de la carte et des coupes qui accompagnent ce travail. Sur la carte nous avons figuré les amas de gravier et nous les avons délimités par deux lignes C-C et D-D qui représentent, avec les réserves mentionnées plus haut, les deux rives du fleuve quaternaire.

(1) Cf. VAN DEN BROECK et STAINIER, *op. cit.*

(2) En dehors de la région que nous étudions, il existe encore sur les plateaux du Condroz, notamment du côté de Ciney, Ohéy, etc., mais à une altitude bien plus considérable, d'autres cailloutis de quartz blanc, très différents de ceux que nous venons d'étudier. Peut-être représentent-ils les restes d'une phase plus ancienne encore de nos fleuves tertiaires. Leur étude n'est pas encore assez avancée pour que l'on puisse rien affirmer.

Voici maintenant quelles sont les particularités que présentent ces dépôts quaternaires (1).

1° La traînée d'amas campiniens donne l'impression d'un dépôt formé par un fleuve dont la direction est encore plus voisine du cours actuel que celle du fleuve tertiaire.

2° Ce fleuve campinien aurait eu une largeur variant de 800 m. à 3200 m. Donc sa largeur, quoique encore très considérable (2), est notablement réduite par rapport à celle du fleuve tertiaire.

3° Le cours de ce fleuve quaternaire est beaucoup plus rectiligne que le cours du fleuve actuel, mais il est beaucoup moins rectiligne que le cours du fleuve tertiaire. En effet, on commence à voir se dessiner dans le cours de ce fleuve des indices marqués de courbure, de méandres et de plus, fait important, le grand coude de Namur apparaît très nettement quoique moins prononcé qu'aujourd'hui. On sait d'ailleurs, par les observations déjà anciennes de M. Éd. Dupont (3), que ces amas caillouteux accompagnent la Meuse actuelle au moins jusqu'à la frontière française. De plus, lors de l'excursion de la Société géologique de Belgique dans les Ardennes françaises en septembre 1890, j'ai eu l'occasion d'observer, toujours dans les mêmes conditions que dans notre région, les amas caillouteux accompagnant la Meuse, notamment vers Auchamps et Laifour. Donc à cette époque la Meuse présentait déjà à peu près la même direction générale qu'aujourd'hui.

(1) Voici, au point de vue de la composition de ces dépôts, quelques détails qu'il est bon de connaître.

Ces amas sont formés de cailloux roulés de dimensions très variées depuis les plus petits jusqu'aux plus gros qui atteignent parfois 0^m.30 à 0^m.40 de diamètre. Ces cailloux formés de roches ardennaises dures, grès et quartzites, sont plongés dans du limon jaune clair, parfois sableux. On peut très bien observer ces amas de cailloux dans les carrières du Bois-Collet, à Wépion, où les travaux mettent continuellement au jour des coupes fraîches. On a trouvé dans le grand amas au sud-est de Jambe (voir la carte annexée à ce travail) des fossiles jurassiques provenant des Ardennes françaises et montrant qu'à cette époque, comme maintenant, la Meuse traversait les Ardennes françaises dans la partie élevée de son cours. (Cf. Ann. de la Soc. Malacologique de Belgique, t. X, 1875, p. 103.) Ces amas de cailloux peuvent atteindre jusque 13 mètres d'épaisseur. C'est le cas pour l'amas au nord de Bas-Oha. (Cf. RUTOT, *Matériaux pour la géologie de la Hesbaye*. (Bull. Soc. belge de Géologie, t. III, 1889, p. 101.)

(2) Cette largeur a dû être parfois plus considérable encore qu'elle ne le paraît aujourd'hui, car il est possible et même probable, qu'en bien des endroits le thalweg actuel de la Meuse a été creusé dans des portions jadis recouvertes par les cailloutis campiniens.

(3) Éd. DUPONT, *Étude sur le terrain quaternaire des vallées de la Meuse et de la Lesse dans la province de Namur*. (Bull. Acad. roy. de Belgique, t. XXI, 1886, p. 366.)

Il est d'ailleurs vraisemblable d'admettre que si la Meuse campinienne arrivée à Namur n'a pas continué droit son chemin, ce qui l'aurait menée beaucoup plus rapidement à la mer, c'est à cause de l'orientation du cours précédent de la Meuse tertiaire. Arrivée à Namur, la Meuse campinienne arrivant en contact avec l'ancien cours tertiaire, a suivi ce cours en produisant son remarquable coude de Namur.

4° En se basant sur la bifurcation que présentent les cours de la Meuse tertiaire et de la Meuse quaternaire en amont de Namur, on peut supposer que ces cours d'eau n'avaient pas leur source dans les mêmes régions. Ce fait est encore confirmé par la profonde différence de composition lithologique que présentent les dépôts de ces deux fleuves. Cette différence pourrait cependant s'expliquer en admettant qu'après avoir affouillé les couches triasiques et jurassiques, dont on retrouve les restes dans ses dépôts tertiaires, la Meuse, pendant sa phase quaternaire, aurait atteint, par une érosion verticale continue, les formations primaires qui ont fourni les éléments des cailloux du quaternaire.

5° Le cours de la Meuse campinienne présente deux renflements bien marqués : l'un en face de l'embouchure de la Sambre, l'autre des deux côtés de l'embouchure de la Méhaigne. Ce fait doit probablement être dû, soit à l'apport supplémentaire de cailloux roulés par ces affluents, soit à l'élargissement de la vallée, causé par la combinaison des dépressions où coulaient ces affluents avec la dépression de la Meuse.

6° Les amas campiniens présentent au point de vue de leur altitude des faits intéressants, si on compare cette altitude à celle des cailloutis tertiaires et à celle de la Meuse actuelle. Un coup d'œil sur le graphique suivant (fig. 1, p. 90) fera voir immédiatement ces points.

Dans le diagramme ci-après on remarque qu'aux environs de Lustin le cailloutis n'est qu'à 45 mètres environ au-dessus de la Meuse actuelle (1) tandis qu'il est à plus de 100 mètres sous le cailloutis tertiaire (2). Vers Marche-les-dames, par suite de l'abaissement de ce dernier et du relèvement du premier, les deux dépôts arrivent à être presque au même niveau. Vers Huy les deux formations vont de nouveau en s'écartant, puis en se rapprochant vers Engis. Mais d'une façon générale le cailloutis campinien est plus haut à Engis qu'à Lustin,

(1) Aux environs de Dinant, d'après M. Éd. Dupont (cf. *op. cit.*) le cailloutis campinien serait seulement à une trentaine de mètres au-dessus de la Meuse actuelle.

(2) La ligne de niveau de la Meuse campinienne sur la fig. 1 est basée sur les altitudes *maxima* des dépôts caillouteux de cette époque.

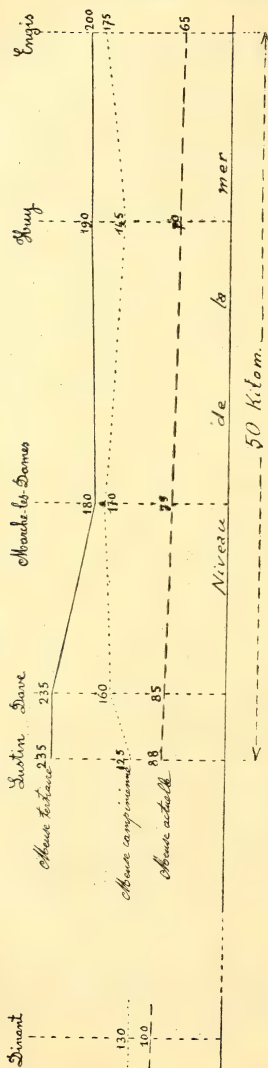


Fig. 1

DIAGRAMME

MONTRANT LES ALTITUDES RÉGIONALES DIFFÉRENTES

DES DÉPÔTS FLUVIAUX SUCCESSIFS

DE LA

MEUSE

DANS LA PARTIE DE SON COURS COMPRISE ENTRE DINANT ET ENGIS

tandis que c'est le contraire pour le cailloutis tertiaire et pour la Meuse actuelle.

Ces constatations sont déduites du niveau actuel des formations de la Meuse aux différentes périodes de son histoire ; mais il est bien certain, *à priori*, que sauf pour la Meuse actuelle, les niveaux plus anciens ne représentent pas les niveaux absolus, mais bien les niveaux relatifs provenant de la combinaison des niveaux primitifs avec les niveaux postérieurs occasionnés par les oscillations du sol. Si ces oscillations avaient affecté d'une façon uniforme la surface de la région que nous étudions, il est bien évident que les niveaux de la Meuse à différentes époques constitueraient des droites parallèles, convergentes, ou divergentes suivant le mode d'oscillation. Or l'inspection du graphique de la fig. ci-contre montre que ces lignes ne sont nullement droites mais brisées, tantôt convergentes, tantôt divergentes. On peut donc en conclure avec certitude qu'à côté du dénivèlement produit par l'érosion il y a à tenir compte d'un phénomène d'oscillation du sol, d'amplitude non uniforme, certains points de la région en question ayant été plus soulevés ou plus abaissés que les autres et vice-versa.

Période quaternaire hesbayenne : Pendant cette période la Meuse a déposé une nappe épaisse (Q30) de cailloux roulés, de sables et de graviers qui, n'ayant pas été soumise à l'action de l'érosion depuis sa formation, est restée continue et tapisse tout le fond du thalweg actuel de la Meuse comme le montrent les coupes p. 94 et 95 ainsi que la pl. VII (quaternaire Q30 dont l'extension est figurée, dans cette dernière, par un pointillé vert avec limite en trait vert). Voici quelles sont les particularités intéressantes que nous fournit l'étude de cette formation.

1° Dans l'intervalle écoulé entre le commencement de la période campinienne et la fin de la période hesbayenne le lit de la Meuse s'est notablement abaissé ; c'est ce que montre le graphique ci-contre (fig. 1) qui indique également, comme nous l'avons dit plus haut, l'amplitude variable de cet abaissement.

2° Au point de vue de la largeur, le lit du fleuve hesbayen est notablement réduit par rapport aux deux périodes précédentes. Cette largeur ne varie plus ici qu'entre 200 et 1500 mètres.

3° La direction générale de la Meuse hesbayenne est sensiblement la même qu'à la période précédente ; mais, considérée localement, on voit de prime abord qu'il n'en est plus de même et que la Meuse hesbayenne est bien plus sinueuse que son aînée et, chose importante sur laquelle nous allons nous étendre, la déviation qui a eu lieu entre les deux directions ne s'est pas faite d'une façon quelconque mais a, au contraire, obéi à une loi rigoureuse. Déjà la Meuse campinienne avait

montré une déviation d'avec la direction de la Meuse tertiaire et nous aurions déjà pu commencer l'étude au chapitre précédent, mais les faits sont bien plus frappants si l'on envisage en même temps plusieurs déviations successives. A ce point de vue le cours de la Meuse, dans la région que nous étudions, peut être divisé en diverses sections. Dans deux de ces sections, celles qui s'étendent entre Lustin et Dave d'une part et Sclayn et Engis de l'autre, la déviation est très simple. Dans une autre section, entre Dave et Sclayn, les déviations paraissent plus compliquées et il faut une étude plus attentive pour les rattacher au même ordre de faits que la précédente. Nous étudierons d'abord les plus simples.

Là, comme on le voit immédiatement, le fleuve s'est déplacé latéralement d'une façon continue et toujours dans le même sens, de l'ouest vers l'est, ce fait est bien mis en lumière par la coupe fig. 2, où l'on voit les dépôts campiniens s'étendant à l'est des dépôts tertiaires, puis les dépôts hesbayens à l'est des dépôts campiniens. Dans la section située entre Dave et Sclayn les déviations sont plus complexes. Si on se représente une ligne figurant l'axe du fleuve campinien dans cette région (1), on voit que la Meuse hesbayenne a partout abandonné cette ligne d'axe pour se porter tantôt à droite, tantôt à gauche de cette ligne en produisant ainsi une bande ondulée dont le bord convexe va toucher ou dépasser (2) successivement la verticale abaissée d'une rive de la Meuse campinienne, puis l'autre rive et ainsi de suite. En d'autres mots, on peut dire que la Meuse hesbayenne présente l'allure caractéristique dite : en méandres.

Par suite de la production de la dépression où coulent les méandres de la Meuse hesbayenne, le fond du fleuve campinien, primitivement plat et continu, a été découpé en une série de segments de circonférence. Ces segments présentent des positions bien définies par suite du phénomène qui leur a donné naissance. Ces segments restent attachés au massif rocheux des flancs de la vallée et cela suivant la corde ou droite qui soutend leur arc, tandis que l'arc lui-même est enveloppé extérieurement par un repli ou méandre de la Meuse hesbayenne coulant à un niveau plus bas.

La coupe fig. 2 de la planche double du texte p. 94, qui est une section transversale de la vallée de la Meuse, montre bien quelle dispo-

(1) Cette ligne se tiendrait par conséquent entre les lignes CC et DD et à égale distance entre les deux (voir pl. VII).

(2) En un ou deux points (Beez-Hermalle) les méandres n'atteignent pas, même de loin, les bords de la Meuse campinienne ; nous expliquerons plus loin pourquoi.

sition a pris le gisement du cailloutis campinien par suite du creusement postérieur à sa formation. On y voit qu'en section les segments avec leur recouvrement campinien dont nous venons de parler, constituent des espèces de terrasses dont la surface incline légèrement vers le fleuve actuel. Par suite de la présence de ces terrasses, il existe toujours une dissymétrie frappante dans le profil des deux flancs de la vallée de la Meuse. Un des flancs se dresse brusquement avec une pente très abrupte; l'autre flanc s'élève beaucoup plus doucement, sa pente est interrompue par une terrasse, et il faut aller beaucoup plus loin pour atteindre le même niveau que sur l'autre rive. Ce fait est très bien mis en évidence par la coupe fig. 2, que j'ai figurée parce qu'elle est en quelque sorte typique. (Les deux autres coupes ont été figurées pour montrer d'autres particularités.) Or cette dissymétrie de profil que nous venons de signaler se retrouve toujours tout le long de la partie de la Meuse que nous étudions. Jamais on n'y trouve vis-à-vis l'une de l'autre deux parois de la vallée également abruptes ou inclinées; et de même on n'y trouve jamais vis-à-vis l'une de l'autre deux terrasses. Un coup d'œil sur la carte montre nettement ce fait, ainsi que la localisation de ces terrasses ou segments dans la concavité des replis de la Meuse. Ainsi, à Dave, l'amas campinien se trouve, sur la rive gauche de la Meuse, enveloppé dans une concavité du fleuve. Plus loin, vers Jambe, apparaissent de nouveaux amas caillouteux, mais dans l'intervalle la Meuse ayant fait une courbe en sens inverse, les amas sont reportés sur la rive droite. Passé Marche-les-dames, par suite du même phénomène, les amas se retrouvent de nouveau sur la rive gauche et ainsi de suite. Que prouvent ces faits? C'est qu'à cette époque la Meuse obéissait à la grande loi des cours d'eau que l'on appelle la loi des méandres⁽¹⁾. En vertu de cette loi un cours d'eau, dans ses méandres, alluvionne sur sa rive convexe et érode sa rive concave, et en vertu de cet alluvionnement d'une part et de cette érosion de l'autre, il a une tendance continuelle à se déplacer, suivant le sens des méandres, tantôt d'un côté tantôt de l'autre, en accentuant la courbure de ses méandres. Un cours d'eau primitivement presque rectiligne doit donc à la longue devenir très ondulé. Or, c'est ce qu'a fait la Meuse à la période que nous étudions. Remplissons par la pensée le fond de la vallée de la Meuse sur la coupe fig. 2 jusqu'au niveau du cailloutis campinien B. Nous nous trouvons alors dans les

(1) On trouvera exposée en détail la loi des méandres, ses causes et ses effets dans tous les traités généraux de géologie et notamment dans l'exposé magistral que fait de la question Élie de Beaumont dans ses « Leçons de géologie pratique ». Paris, J.-B. Baillié, 1849 (publié en 1869), t. II, p. 143 et suivantes.

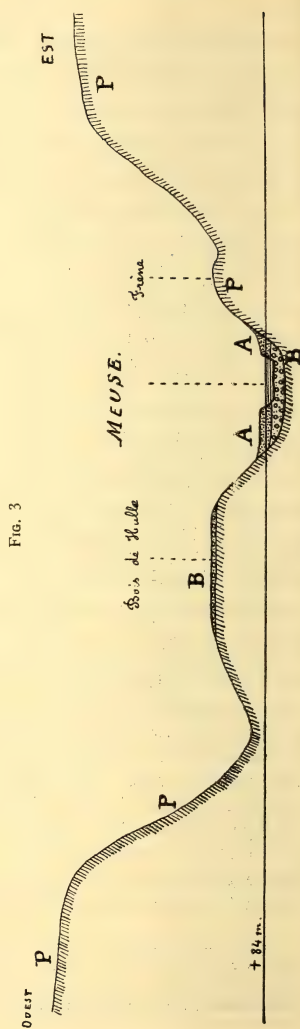
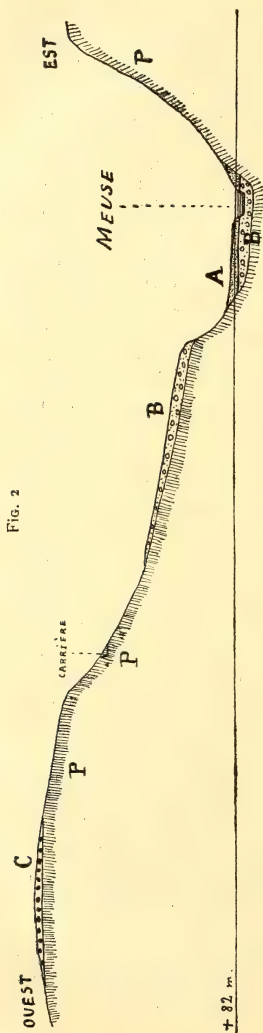
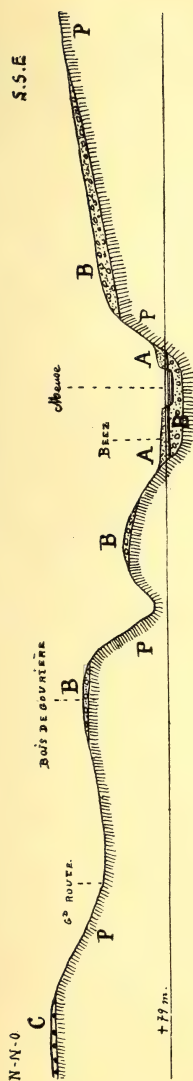


Fig. 4



COUPES EN TRAVERS DE LA VALLÉE DE LA MEUSE

LÉGENDE

- A. Alluvions modernes.
- B. Graviers quaternaires.
 - hesbayens (*fond de la vallée*)
 - campiniens (*terrasses*)
- C. Cailloux blancs tertiaires.
- P. Terrains primaires.

Échelle : des longueurs $\frac{1}{20,000}$; des hauteurs $\frac{1}{5,000}$

conditions que devait présenter la Meuse à la fin de la période campinienne. A ce moment le fleuve, après avoir petit à petit tapissé, sur sa rive convexe, la terrasse de ses cailloutis, avait érodé la rive Est de façon à lui donner cette pente abrupte qu'elle présente. C'est à ce moment que, par une recrudescence de son action, il a évidé la dépression au fond de laquelle il coule aujourd'hui, dépression qui enveloppe cette terrasse et l'isole complètement des autres (1).

La persistance des amas à se tenir ainsi dans la concavité des méandres de la Meuse semble, à l'inspection de la carte, présenter quelques exceptions. Mais comme nous allons voir, ces exceptions ne sont qu'apparentes et confirment au contraire la règle. La plus frappante de ces exceptions est représentée par l'amas de cailloux à l'ouest de Lustin et qui couronne la colline appelée « Bois de Hulle ». Cet amas se trouve en effet sur la rive concave (2) du fleuve. La coupe fig. 3 de la page 94 montre comment on peut expliquer cette anomalie par un déplacement du lit de la Meuse. Celle-ci coulait en effet jadis dans la dépression que l'on voit à l'Ouest du Bois de Hulle, dépression qui entoure complètement le Bois de Hulle. Celui-ci se trouvait alors donc bien dans la partie concave d'un repli de la Meuse; ce n'est que postérieurement que la Meuse s'est frayé un nouveau lit plus à l'Est à travers les rochers calcaires de Frêne, laissant ainsi la colline du Bois de Hulle complètement isolée sous forme d'un mamelon conique, fait bien rare en Belgique.

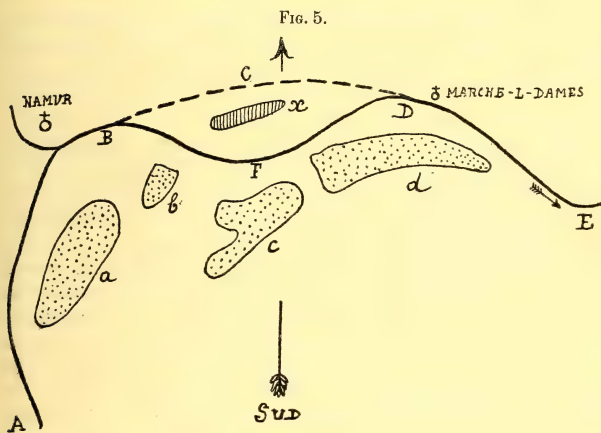
Un phénomène analogue semble s'être passé dans la région de Couthuin. Il y a là aussi un mamelon plus étendu, couvert de cailloutis tertiaire et dont le sommet aplati, sur lequel se trouve le village de Couthuin et ses hameaux, semble avoir constitué une île, lors de la période campinienne. On voit en effet deux digitations de cailloutis campinien se détacher de la masse principale et semblant se diriger l'une vers l'autre de façon à embrasser le mamelon en question comme si, à cette époque, un bras du fleuve l'eut contourné. La chose

(1) Les faits que nous venons de signaler concernant la disposition des terrasses, leur localisation, leur formation et la dissymétrie du profil de la vallée qui résulte de leur présence, ces faits, dis-je, avaient déjà été parfaitement indiqués, dès 1866, par M. Éd. Dupont (cf. *op. cit.*, p. 367 et suivantes; également : *Texte explicatif de la planchette au 1/20 000 de Dinant* 1883, p. 98 et suivantes). Par conséquent les conclusions que l'on peut tirer de ces faits s'appliquent non seulement à la région que nous étudions, mais encore au cours de la Meuse jusque vers la frontière française.

(2) Ici, comme plus haut, ces mots concave et convexe peuvent prêter à équivoque. Lorsqu'ils s'appliquent pour désigner des rives du fleuve, il faut se placer au centre de celui-ci.

ne peut pas être affirmée avec certitude. Il y a bien une sorte de dépression continue entourant, comme au Bois de Hulle, le mamelon ; mais par suite d'une couche épaisse de limon, la continuité des dépôts caillouteux ne peut pas être observée. C'est un point que de nouvelles observations élucideront probablement.

Un autre genre d'exception nous est fourni par les deux amas caillouteux de Beez et de Hermalle. Nous avons dit plus haut qu'on ne trouve jamais en même temps des terrasses caillouteuses sur les deux rives du fleuve et vis-à-vis l'une de l'autre. Or dans ces deux points, tel est précisément le cas, comme le montre la carte. Nous allons voir comment on peut expliquer cette anomalie apparente. Nous choisirons pour cela le cas de Beez (fig. 5) qui est le plus intéressant.



Comme le montre la carte ci-dessus, on peut admettre, qu'au commencement de la période campinienne, le bord externe du fleuve, au lieu de suivre comme maintenant la direction A-B-F-D-E, formait au contraire une courbe continue A-B-C-D-E, embrassant dans sa concavité non seulement les amas *a*, *b*, *c* et *d*, mais encore l'amas *x* qui se trouvait alors dans les conditions normales.

C'est pendant cette phase que s'est déposée la partie supérieure de l'amas, celle du Bois de Gourière et qui est à la hauteur de l'amas de l'autre rive (voir p. 95 coupe, fig. 4). Lorsque le fleuve a commencé à s'abaisser par suite du creusement, un méandre secondaire B-F-D s'est

formé dans la grande courbe A-B-C-D-E et naturellement ce méandre avait sa concavité tournée en sens inverse des portions voisines. C'est dans la concavité de ce repli secondaire B-F-D que le dépôt caillouteux *x* a continué à se former cette fois en position normale. Mais comme ce dépôt s'est fait à une période plus récente que les amas voisins et à un moment où le creusement de la vallée était plus avancé, c'est sur une terrasse d'un niveau moins élevé que le dépôt de cailloux s'est opéré. La formation de cette terrasse représente donc un stade intermédiaire entre la période campinienne et la période hesbayenne. C'est pour cela que nous avons attribué sur notre carte une coloration spéciale à cet amas caillouteux de terrasse inférieure, ainsi qu'à celui de Hermalle, qui se trouve dans les mêmes conditions et qui doit sa formation aux mêmes causes.

Pour être exact il faut donc compléter comme suit le libellé que nous avons donné plus haut : On ne trouve jamais, au même niveau, deux terrasses vis-à-vis l'une de l'autre, de chaque côté de la vallée.

Période actuelle : Voici les faits particuliers que fait connaître l'étude du cours actuel de la Meuse :

1° La largeur du lit actuel de la Meuse s'est encore réduite dans de notables proportions. Néanmoins, en temps d'inondation, la Meuse arrive encore (1) à atteindre la même largeur que la Meuse hesbayenne, ce que prouve l'extension des alluvions modernes, qui est la même que celle du cailloutis hesbayen (voir coupes, fig. 2, 3, 4).

2° Au lieu de continuer à creuser de plus en plus sa vallée comme l'avaient fait ses devancières, la Meuse est entrée actuellement dans une phase inverse ; elle comble cette vallée, et son niveau est par conséquent un peu supérieur à celui de la Meuse hesbayenne. La Meuse est donc sortie maintenant de la phase torrentielle pour entrer dans celle du régime hydrographique stable.

3° Par suite de cette différence de régime, la Meuse n'est plus susceptible de transporter comme jadis des cailloux, elle ne peut plus mettre en mouvement, même dans ses crues, que des sables fins et des argiles.

4° Comme ses devancières, la Meuse actuelle a une tendance marquée à quitter la direction du cours précédent et, en vertu de la loi des méandres, elle accentue les sinuosités de ce cours précédent en se reportant vers le bord externe, le plus convexe, des renflements de cailloutis hesbayen. Ce fait est plus ou moins masqué par les nombreux travaux de rectification et de dérivation du cours actuel de la Meuse, mais il est encore cependant très net en plusieurs endroits. Ainsi en

(1) Cela était surtout exact avant les travaux d'endiguement du siècle actuel.

face de Namur, de Hermalle, d'Ampsin, la nappe de cailloux hesbayens présente des renflements. La Meuse actuelle s'est reportée au bord de ces renflements tantôt d'un côté, tantôt de l'autre (comme l'indique la loi des méandres), à Ampsin, puis à Hermalle. C'est ainsi également que la Meuse actuelle a une tendance frappante à se tenir du côté de sa vallée où l'escarpement est le plus raide. (Voir coupes, fig. 2, 3, 4.)

Maintenant que nous avons examiné en détail et séparément les faits curieux à déduire de l'histoire des différentes phases par lesquelles a passé le cours de la Meuse, il nous reste à indiquer en résumé les conclusions générales que suggèrent ces faits.

RÉSUMÉ

1° Depuis la période tertiaire jusqu'à la période actuelle, la Meuse a toujours vu diminuer la largeur de son lit, fait qui ne saurait être expliqué que par une diminution dans la quantité de précipitations atmosphériques.

2° Depuis la période tertiaire jusqu'à la période hesbayenne, la Meuse a passé par une série de phases torrentielles, grâce auxquelles elle a pu accentuer de plus en plus le creusement de sa vallée.

3° Ce creusement ne s'est pas opéré d'une façon continue et régulière. C'est ce que prouve à l'évidence l'inspection d'un profil transversal de la Meuse, tel que celui de la figure 2 par exemple. On y voit des pentes fortes, où la roche primaire a été mise à nu pendant une phase de creusement actif, et on y voit aussi des terrasses très peu inclinées qui se sont recouvertes de sédiments caillouteux ou autres dans une phase où le fleuve, au lieu de continuer à creuser, procédait à une opération inverse et comblait son lit. C'est ainsi que la Meuse s'est d'abord formé un lit à travers les sédiments sableux oligocènes, puis elle a en partie tapissé ce lit de cailloux blancs. Puis elle s'est remise à creuser sa vallée, cette fois dans les roches primaires, jusqu'au moment où elle s'est de nouveau arrêtée pour déposer les cailloux campiniens. Puis enfin une dernière fois elle s'est remise à creuser jusqu'à atteindre le fond actuel de la vallée où elle a déposé ensuite le cailloutis hesbayen. De nos jours elle ne peut plus faire autre chose que combler de plus en plus cette vallée.

4° Si l'on compare le volume des sédiments de la Meuse actuelle avec celui des cailloux quaternaires, on constate une énorme disproportion. Celle-ci ne peut pas s'expliquer uniquement par une différence de précipitations atmosphériques, il faut faire intervenir un autre facteur, la vitesse, qui dans les cours d'eau est une fonction de la pente.

On en arrive ainsi tout naturellement à admettre que la pente du sol devait être bien différente alors, dans la région que nous étudions, de ce qu'elle est aujourd'hui. Nous avons d'ailleurs été précédemment, par l'étude du niveau comparatif de la Meuse aux époques tertiaire, campinienne et actuelle, conduits à admettre des *changements de niveaux considérables* résultant d'oscillations du sol.

5° Un fait qui ressort à l'évidence de l'étude rétrospective de la Meuse, c'est la tendance continuelle qu'elle a toujours eue à déplacer son lit. Lorsqu'elle n'a plus pu modifier les grandes lignes de sa direction elle en a altéré les détails et, en vertu de la loi des méandres, elle a graduellement transformé son lit rectiligne en une ligne très ondulée, dont elle tend continuellement à accentuer les courbes. Ces faits montrent à suffisance de preuve que jamais la Meuse n'a procédé pour creuser son lit à la façon du Niagara et des cours d'eaux qui ont donné naissance aux célèbres « cañons » du Far-West américain. Là on voit en effet les rivières couler constamment entre deux parois parallèles, souvent presque absolument verticales. Ces rivières arrivent à se creuser des lits à des profondeurs vertigineuses par suite d'un phénomène que les géologues américains caractérisent brièvement comme suit : Persistance des rivières à couler pendant de longues périodes géologiques suivant une même verticale. C'est bien là justement l'opposé de ce qu'a fait la Meuse, elle qui a toujours eu une invincible répugnance à rester dans la même verticale et à suivre la même ligne droite. En cela la Meuse suit absolument le même régime que tous nos cours d'eaux de la Basse-Belgique coulant sur sol meuble. Comme eux, elle obéit parfaitement à la loi des méandres. Il y a là un fait particulièrement intéressant et d'explication difficile. En effet, les forces en vertu desquelles les cours d'eaux peuvent déplacer leur lit suivant la loi des méandres, ces forces sont peu considérables et ne peuvent guère faire sentir leur effet que dans des roches meubles opposant peu de résistance (1).

Tel n'est pas le cas pour la Meuse, qui coule entre des roches très dures et qui cependant, à l'inspection des cartes, se montre aussi

(1) Élie de Beaumont (Cfr. *op. cit.*, p. 154) exprime très bien ce fait dans les termes suivants : « Mais le mécanisme par lequel les rivières changent de position dans l'étendue du fond plat créé par les alluvions mêmes, ne peut pas se déployer d'une manière également efficace dans toutes les vallées. Les rivières qui serpentent le plus sont généralement celles qui coulent au milieu des terrains d'alluvions. Il y a des vallées dans lesquelles les pentes des deux berges de la vallée arrivent jusqu'à la rivière ; alors celle-ci ne serpente pas aussi facilement, et elle est généralement bien moins sinueuse qu'une rivière qui coule sur un fond plat. »

sinueuse qu'un grand cours d'eau de la Basse-Belgique. Ce fait est d'autant plus étrange que, pour obéir ainsi à la loi du méandre, la Meuse coupe indifféremment des roches de dureté extrêmement inégales. Il semblerait plus logique de lui voir creuser son lit au travers des roches les plus tendres au lieu d'aller, en vertu de la loi des méandres, traverser des roches bien autrement résistantes, si cette loi des méandres ne lui apporte pas un surcroît d'énergie de nature à justifier ce cours illogique.

L'explication de ce fait peut, je pense, être recherchée dans le fait bien certain de la vitesse et partant de la force incomparablement plus grande que la Meuse a dû présenter jadis, comme nous l'avons montré plus haut. En effet, si actuellement la Meuse ne peut plus entamer la partie rocheuse de sa vallée et doit se borner, comme les cours d'eaux de la Basse-Belgique, à se déplacer dans ses propres alluvions, cela tient à ce qu'elle a considérablement perdu de sa vitesse. Or les phénomènes qui se passent en vertu de la loi des méandres sont dûs uniquement à une différence de vitesse qui se produit dans un cours d'eau sur ses deux rives. Avec une vitesse plus grande, on peut avoir aussi une différence et partant une force plus grande. C'est aussi par la considération de cette vitesse plus grande dont était jadis animée la Meuse qu'on peut comprendre comment, de l'avis de tout le monde, elle a pu de Mézières à Namur, aller droit devant elle, sans souci de l'inégale résistance des bandes successives de terrain qu'elle traverse. Qu'elle ait été dirigée et aidée en cela par une cassure ou faille, ou par le lit pré-existant mais comblé d'un fleuve prétertiaire, c'est une question encore pendante, qu'il appartiendra à de nouvelles études de trancher.



COMPTE RENDU
DE
L'EXCURSION DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE
DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE
DANS LES
TERRAINS JURASSIQUE ET TRIASIQUE
des environs d'Arlon et de Florenville

*organisée conjointement avec la Société Géologique du Luxembourg,
du 12 au 16 mai 1894, sous la direction de M. V. DORMAL,*

PAR

V. Dormal,

Docteur en Sciences naturelles,
Secrétaire de la Société Géologique du Luxembourg.

Samedi 12 mai, au soir, les Membres de la Société Géologique du Luxembourg ont fait une réception cordiale à leurs confrères de Bruxelles, dans le salon du Roi, à la gare d'Arlon.

M. V. *Lechien*, président de la Société Géologique du Luxembourg, a souhaité la bienvenue aux confrères bruxellois.

M. G. *Jottrand*, président de la Société de Bruxelles, remercie de l'accueil fait aux excursionnistes et félicite les Arlonais d'avoir su se constituer en Société géologique, ce qui ne peut manquer de faire progresser rapidement la connaissance du Jurassique de notre pays.

M. *Dormal* décrit rapidement les terrains que l'on étudiera dans la journée du dimanche 13 mai. On commencera par le Triasique et on remontera la série jurassique jusqu'au grès de Virton. Il attire spécialement l'attention de ses confrères sur la délimitation de l'étage rhétien et sur le grès de Luxembourg, dont la partie tout à fait inférieure est

seule hettangienne. Enfin, une question importante est de déterminer le niveau géologique de la couche où était enfoui l'Ichthyosaure, récemment découvert près d'Arlon. Il compte que l'excursion aura des résultats scientifiques importants. Divers profils et coupes sont remis aux excursionnistes. Ces documents sont joints au présent compte rendu, après avoir reçu quelques modifications en vue des nécessités de la publication d'une part, et des constatations faites au cours des excursions d'autre part.

PREMIÈRE JOURNÉE. DIMANCHE 13 MAI.

Le matin nous nous rendons à Habay par le premier train.

Nous sommes ici presque à l'extrémité du Trias germanique (Souabe, Franconie, Lorraine); notre Trias est le prolongement du grand massif des Vosges; dans toutes ces régions, on trouve un étage marin intercalé entre deux formations d'eau douce.

Dans le triasique belge j'ai reconnu les trois termes du Trias et j'ai cherché à y établir des divisions.

Keupérien	{	c) Marnes diversement colorées avec calcaire dolomitique (Kc).
		b) Marne rouge (Kb).
		a) Grès vert (Ka).
Conchylien	}	Calcaire dolomitique et gompholite (Cc).
Pœcilien	}	Grès rouge (Pb).
		Poudingue et cailloux roulés (Pa).

Le Pœcilien et le Conchylien arrivent jusque près du moulin de Luxeroth (Attert); à Schockeville ils sont débordés par le Keupérien, qui repose directement sur le Primaire à partir du N.-O. de Post.

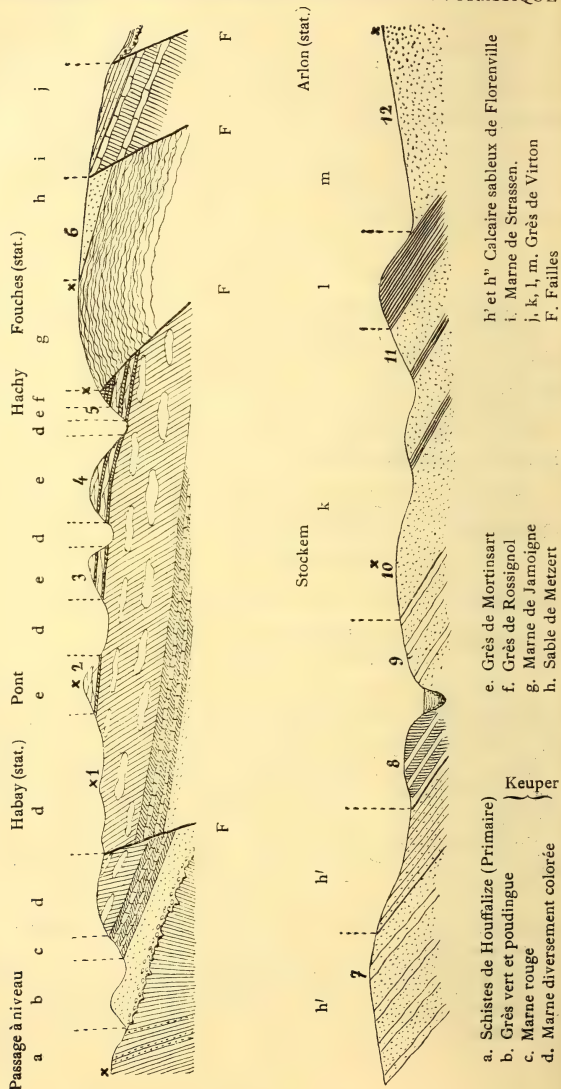
Depuis Post jusqu'à Rossignol on ne trouve plus que le Keuper. Mais le Grès vert, ou division inférieure du Keupérien, acquiert des caractères particuliers.

Nous avons relevé la coupe suivante dans les tranchées du chemin de fer :

GRÈS VERT

1. Cailloux roulés et poudingue à gros éléments à ciment quartzeux, parfois argilo-calcarifère.
2. Alternance d'argile bigarrée et salée, rouge, jaune et lie de vin, avec sable vert plus ou moins cohérent. Cailloux roulés dans toute la masse.
3. Grès vert et rouge, avec cailloux roulés et lits de dolomie, alternant avec des argiles.

COUPE ENTRE HOUDEMONT ET ARLON



Le grès vert dans cette coupe a une épaisseur d'environ 10 mètres. Dans la tranchée du chemin de fer de Habay (n° 1) de la coupe n° 1 figurée ci-contre, près du viaduc, on peut très bien voir les marnes rouges. Ce sont des argiles calcarifères lie de vin, devenant schistoïdes et cohérentes par dessiccation, alternant avec des couches de calcaire dolomitique. Vers le bas on voit un banc de sable vert. Dans les fondations du viaduc, on trouve du grès rouge et vert de la division inférieure; vers le haut de la tranchée un banc épais (0^m.30 à 0^m.50) de calcaire dolomitique très résistant termine supérieurement la division moyenne.

La salure des marnes rouges a été constatée par M. G. Jottrand. Il serait intéressant de connaître la quantité de sel que contiennent ces argiles. Les marnes rouges sont constantes dans la région, nous venons de voir que la limite inférieure est un banc de grès cohérent et la limite supérieure un banc épais de calcaire dolomitique.

J'ai reconnu ces couches rouges dans le puits artésien de Lasoye, à la profondeur de 142 mètres; elles étaient surmontées de 7 mètres de marnes diversement colorées.

Dans la tranchée suivante, en marchant vers Arlon, on voit des marnes diversement colorées, vertes, bleues, roses, jaunes, etc., avec bancs assez épais de calcaire dolomitique gris-blanchâtre, à texture compacte et à cassure subconchoïde.

M. Van den Broeck signale que ces calcaires rappellent des types connus de calcaires d'eau douce.

Quelques mètres avant le viaduc, on rencontre le contact entre le Keupérien et le Rhétien : une couche d'argile noire schistoïde, repose sur un banc de calcaire dolomitique (talus sud).

Il y a quelque temps, avant la construction du mur de soutènement, sur le talus nord, on pouvait voir la couche d'argile noire rhétienne reposer sur les marnes diversement colorées et non sur les calcaires dolomitiques. Il semble donc qu'en ce point le Rhétien a raviné le Keupérien. M. Van den Broeck ayant demandé s'il n'y avait pas de cailloux roulés entre les deux assises, j'ai répondu que je ne connaissais qu'un seul point où l'on pût observer un cailloutis à la base du Rhétien. C'est à Loevelange (Grand-Duché), où j'ai eu l'occasion de le montrer récemment à M. Dewalque. A ma connaissance le fait n'a pas encore été signalé.

En continuant dans la tranchée on voit des sables verts plus ou moins cohérents, avec taches de manganèse, débris ligniteux et lits de cailloux roulés. C'est dans ces lits de cailloux roulés que se trouvent des débris d'ossements. Au-dessus, une nouvelle couche d'argile noire, puis de nouveau les mêmes sables cohérents.

Le Rhétien est donc composé de deux couches d'argile noire schistoïde (1^m à 1^m.50) alternant avec deux bancs de sable vert plus ou moins cohérent (2^m à 5^m.).

On y rencontre des débris d'ossements et, en beaucoup de points, des fossiles.

J'ai trouvé à ce niveau toute une faune nouvelle pour la Belgique et qui consiste principalement en lamellibranches et en gastropodes.

L'*Avicula contorta*, Portlock, se rencontre dans les sables cohérents et dans des grès gris-bleu intercalés dans les argiles noires. M. Purves (1) avait déjà signalé ce fossile à Villers s/Semois dans des dalles de grès calcarifères; je n'ai pu retrouver les dalles en question, mais j'ai pu recueillir des fossiles rhétiques à différents niveaux.

Le Rhétien a débordé le Keupérien à Marbehan; à partir de cette localité jusqu'aux Bulles le Rhétien repose sur le Primaire par l'intermédiaire d'un poudingue de base.

Dans les tranchées nos 3 et 4, on retrouve les mêmes couches rhétiennes; cela provient de ce que la voie ferrée est en pente vers Arlon et que les couches inclinent vers le sud de 3 à 4 p. c.

Il faut toutefois remarquer que les vallées qui séparent les tranchées nos 2 et 3, 3 et 4, 4 et 5 de la coupe fig. 1 sont creusées dans les marnes irisées. Dans une de ces vallées un lit de tourbe a produit un affaissement de la voie ferrée.

Dans la tranchée n° 5 du viaduc de Hachy, on observe dans le fond du fossé de la voie une couche d'argile noire schistoïde, puis, au-dessous, des sables plus ou moins cohérents avec lits de cailloux roulés assez abondants. C'est la partie supérieure des couches que nous avons déjà vues dans la tranchée n° 2, ou si l'on veut, la partie supérieure du Rhétien. Au-dessus l'on voit des grès fossilifères, gris, bleuâtres dans la profondeur et calcarifères, alternant avec des couches d'argile calcarifère bleuâtre. C'est la partie supérieure de l'ancien grès de Mortinsart.

J'y ai rencontré les fossiles suivants :

Cardinia Deshayesi, Terq.

Arstarte consobrina, Ch. et D.

Ostrea irregularis, de Münst.

Montlivaultia Haimei, Ch. et D.

De par les fossiles ces grès doivent rentrer dans l'Hettangien. Je propose de réserver le nom de grès de Mortinsart pour les couches

(1) *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, Tome I, 1887 Procès-verbaux, page 216.

rhétiques parce que, à l'étranger le grès de Mortinsart est connu des géologues comme synonyme de Rhétien. Et en même temps je propose le nom de grès de Rossignol pour les grès calcarifères hettangiens; toute confusion sera ainsi évitée. Ces grès sont très développés dans cette localité. Je considère le grès de Rossignol comme représentant la zone à *Ammonites planorbis*, Sow. (voir le tableau qui suit ce compte-rendu). J'en donnerai les raisons plus loin. Dans la tranchée du chemin de fer, le grès de Rossignol est séparé du grès de Mortinsart par un lit de cailloux roulés. Je n'ai trouvé ce lit de cailloux roulés que depuis l'excursion. Dans les environs de Mortinsart et de Villers s/Semois la base de l'Hettangien est nettement marquée par un poudingue à ciment argilo-calcareux.

Depuis la Lorraine jusqu'à l'horizon de Post (Attert), en passant par le Grand-Duché, cette base est marquée par une couche d'argile rouge.

A 100 mètres environ avant d'arriver au Viaduc de Hachy on rencontre une faille (anisoparaclase) qui met la marne de Jamoigne en parallèle avec le grès de Mortinsart et le grès de Rossignol. La faille paraît dirigée vers le N. 10° E.

La marne de Jamoigne ou zone à *Ammonites angulatus*, Schl. (in part.) est composée de bancs cohérents de calcaires argileux bleuâtres ou grisâtres, alternant avec des couches d'argile calcarifère bleuâtre. Il faut remarquer que l'argile devient grisâtre, jaunâtre et blanchâtre par altération et qu'alors il s'y produit des concrétions de calcaires analogues aux « poupées » du loess. Près du viaduc on observe un léger fond de bassin indiquant que les strates ont été comprimées lors de la faille; c'est en quelque sorte le contre-coup de la faille.

La marne s'étend jusqu'un peu au sud de la station de Fouches.

Voici les fossiles qu'on y a rencontrés :

Ammonites angulatus, Schl.

Pleurotomaria expansa, Sow.

Cardinia lamellosa, Goldf.

Pinna Oppelli, Dew.

Lima gigantea, Sow.

Lima incisa, Terq. et Piette.

Lima Hermanni, Voltz.

Lima duplicata, Sow.

Ostrea irregularis, de Munst.

Rhynchonella anceps, Ch. et D.

Pentacrinus tuberculatus, Mill.

Montlivaultia Haimei, Ch. et D.

Montlivaultia polymorpha, Terq. et Piette.

La marne se termine entre la gare de Fouches et le premier passage à niveau ; on entre alors dans les sables de la partie inférieure de l'ancien « Grès de Luxembourg, » sables meubles qui seuls sont hettangiens, c'est-à-dire de la zone à *Ammonites angulatus* ; tout le reste du Grès de Luxembourg est du Sinémurien inférieur. On n'y trouve comme fossile que la *Littorina clathrata*. Desh. M. Dewalque (1) signale encore à ce niveau *Chemnitzia Zenkeni*, Dunk.

Un peu après le second passage à niveau on arrive (n° 6) à une nouvelle faille, qui est une fente remplie et qui met sur un même plan les sables hettangiens et la Marne de Strassen. On y trouve abondamment *Gryphæa arcuata*, Lm. *Pecten disciformis*, Schübl. et en outre parfois *Belemnites acutus*, Mill. et des Ammonites indéterminées.

La marne est surmontée de sable jaunâtre, que j'avais d'abord considéré comme sable de coulage, mais depuis on a rafraîchi la coupe, et j'ai pu mieux observer ce sable qui, stratigraphiquement, surmontant la Marne de Strassen, doit rentrer dans le Grès de Virton. La Semois coule en ce point dans une faille qui ramène les couches dans leur position normale. Ces deux failles constituent des homœoparaclasses.

Après avoir traversé les alluvions de la Semois, qui sont tourbeuses par place, on entre dans le Sinémurien inférieur ou Calcaire Sableux de Florenville (n° 7). Cet étage est constitué dans la région par des sables à stratification souvent diagonale, alternant avec des bancs irréguliers parfois subcontinus de grès, au-dessus desquels on trouve des calcaires sableux alternant avec des couches minces de sable. On observe trois ou quatre bancs caverneux ou géodiques, qui constituent des lumachelles. Ces bancs sont pétris de fossiles du genre *Cardinia*, d'où leur nom de *bancs à Cardinies*.

Dans une couche de sable, un des membres a trouvé l'*Ammonites nodosaries*, Quenst. signalée par M. Dewalque (cfr. *op. cit.*). Les fossiles y sont communs, mais presque tous à l'état de moules ou d'empreinte.

Cardinia concinna, Sow.

Cardinia copides, de Ryckh.

Tancredia ovata, Terq.

Lima gigantea, Sow.

Ostrea irregularis, de Münster.

Gryphæa arcuata, Lm.

Pentacrinus tuberculatus, Mill.

Isastræa Condeana, Ch. et D.

(1) *Procès-verbal de la séance du 15 avril 1894 de la Société géologique de Belgique*, page cviii.

Il faut remarquer que la Semois qui, tantôt, se dirigeait vers le S.-W. en suivant une faille, affecte maintenant une direction E.-W. et que probablement elle suit une autre faille perpendiculaire à la première qui, au nord de son lit, a abaissé le Calcaire sableux de Florenville. Notre ancien Grès de Luxembourg, on vient de le voir, doit désormais se diviser en deux parties : l'inférieure, hettangienne, est constituée par les sables à *Littorina clathrata* et appartient à la zone à *Ammonites angulatus*. Comme le nom de Grès de Luxembourg pourrait donner lieu à confusion, je propose d'appeler ces sables *Sables de Metzert à Littorina clathrata*. La partie supérieure est du Sinémurien inférieur ; on peut lui laisser le nom de Calcaire sableux de Florenville. En certains points il existe dans le Grès de Luxembourg une limite parfaitement marquée entre les deux zones.

Terquem et Piette (1) décrivent comme suit cette limite : « Le banc » (qui sépare la zone à *Ammonites angulatus* de la zone à *Ammonites bisulcatus*), quel qu'il soit, qui se trouve au contact de ces strates, a » une surface onduleuse qui porte la trace de l'action des flots ; des » Huîtres et des Plicatules y sont attachées. Des milliers de » Saxicaves y ont creusé des trous, dans lesquels on les retrouve » encore..... Ces Huîtres, ces Plicatules et ces Saxicaves n'ont pu se » fixer sur la roche ou dans son intérieur que lorsqu'elle était solidifiée..... Dans presque tous les endroits, un mince lit de grès » coloré en brun par l'hydroxyde de fer, apparaît au contact des deux » terrains. » Dans la suite de ce travail nous retrouverons la plus grande analogie entre la limite ainsi définie par les savants français et les limites que nous proposons d'établir.

Dans la tranchée suivante (n° 8) nous entrons dans le Sinémurien supérieur ou Marne de Strassen.

C'est la zone à *Belemnites acutus* ou à *Ammonites Turneri*. La composition minéralogique y est analogue à celle de la Marne de Jamoigne. On y rencontre des couches d'argile calcarifère alternant avec des bancs de calcaire argileux, compacte, renfermant parfois des fossiles spathisés. Les couches deviennent grisâtres près de la surface du sol et renferment alors des concrétions calcaires analogues aux poupées du limon.

Les fossiles y sont communs ; certaines couches constituent une lumachelle de *Gryphæa arcuata* et, lorsqu'elles viennent affleurer à la surface du sol, on les appelle *Champs à gryphées*.

(1) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2^e série, t. XIX, 19^e année, 1861-62, page 336.

*Ammonites**Pecten disciformis*, Schübl.*Rhynchonella Buchi*, Rœm.*Spiriferina Walcottii*, Sow.*Pentacrinus tuberculatus*, Mill.

La Marne de Strassen a ici une dizaine de mètres environ d'épaisseur.

Nous traversons de nouveau la Semois et nous rencontrons (n° 9) des sables jaunâtres argileux alternant avec des bancs de calcaire sableux, compacte, avec grains ligniteux. On y voit de la limonite quartzifère en plaquettes. Ces couches sont pauvres en fossiles; nous y avons trouvé *Gryphæa cymbium*, Lm. en bon état, des Bélemnites et des grandes Ammonites indéterminables. Je considère ces couches comme la partie inférieure du Grès de Virton, tandis que M. Dewalque les rapporte au calcaire sableux de Florenville. (Soc. géol. de Belg. 15 avril 1894. Pr. verb. page CIX). Mais, comme le calcaire sableux de Florenville se caractérise par l'absence des Bélemnites, l'opinion de M. Dewalque ne peut se soutenir. D'autre part, en tenant compte de l'inclinaison des couches et en prenant les cotes de niveau au baromètre holostère, on constate que ces sables et grès reposent directement sur la Marne de Strassen.

Il faut noter que ces sables sont à la cote 360.

Un peu avant d'arriver à la halte de Stockem, nous observons une petite couche marneuse, puis nous trouvons (n° 10) des sables analogues à ceux de la gare d'Arlon, qui ont pour caractère d'être rubanés très irrégulièrement par des lits de limonite.

Plus loin on arrive à la fameuse tranchée à Ichthyosaure (n° 11). En dessous se voient des sables jaunâtres argileux passant peu à peu à la marne sableuse et renfermant des bancs de grès calcaireux et oolithiques; plus haut et jusqu'à la surface du sol la marne devient grisâtre et blanchâtre par altération et renferme alors des poupées calcaires.

La marne à Ichthyosaure a fourni les fossiles suivants (1) :

Ichthyosaurus platyodon, Conybear.*Ammonites obtusus*, Sow.*Ammonites brevispina*, Sow.*Gryphæa cymbium*, Lm.*Pecten textorius*, Schl.*Pecten acuticosta*, Lm.

(1) *Bulletin de la Société belge de géologie*. T. VIII, page 81.

Pecten disciformis, Schübl.
Avicula Sinemuriensis, d'Orb.
Spiriferina Walcottii, Sow.
Spiriferina rostrata, Schloth.
Rhynchonella tetraedra, Sow.

Je rapporte le *Spiriferina Walcottii*, Sow. à l'espèce décrite sous le nom de *Spiriferina Münsterii*, Dav. et que l'on rencontre assez abondamment dans les marnes du Grès de Virton. Cette espèce est caractérisée par la présence de huit côtes de chaque côté du bourrelet, tandis que le *Walcottii* n'en a que quatre. Je dois avouer que de tous les échantillons que j'ai eus sous la main, aucun ne possédait de bourrelet. D'après la liste des fossiles qui précèdent, l'Ichthyosaure se trouve à la base du Grès de Virton, dans la zone à *Ammonites obtusus*.

M. Dewalque (*op. cit.*, page CIX — voir note, p. 108 —), considère cette marne comme Marne de Strassen. On vient de voir que, au point de vue stratigraphique, paléontologique et même minéralogique, cette assimilation ne peut se soutenir. Je suis certain que mon savant maître, qui a si bien étudié nos dépôts jurassiques, n'a pas, dans le cas actuel, examiné les faits d'assez près et qu'une simple course entre Stockem et Arlon suffira pour le convaincre qu'il s'est trompé. Il se base sur la stratigraphie pour conclure qu'il s'agit ici de la Marne de Strassen. Les Marnes de la Posterie, dit-il, reposent sur du grès qu'il faut rapporter au calcaire sableux de Florenville. On vient de voir qu'elles reposent au contraire sur du sable, et un sondage exécuté en présence de M. Lechien, nous a ramené du sable pendant six mètres. M. Dewalque ne connaît certainement pas de couches de six mètres de sable dans le calcaire sableux de Florenville. D'un autre côté, la marne en question se trouve à la cote 380 et les grès de la tranchée de Stockem à 360. M. Dewalque ne saurait rapporter ces grès au calcaire sableux de Florenville sans une erreur évidente. M. Lechien et moi, nous avons rencontré dans les grès en question des Bélemnites, or, cela veut dire pour tous les géologues, que l'on ne se trouve pas là dans le niveau de ce calcaire. Au-dessus des marnes sableuses se trouvent des marnes noirâtres, dans lesquelles M. Dewalque signale du gypse trapézien.

MM. Terquem et Piette (*op. cit.*), rapportent les Marnes de la Posterie à la zone à *Belemnites brevis* ou Marne de Strassen, et les sables de la halte de Stockem au grès de Virton; ils admettent l'existence en ce point d'un fond de bassin, dont le centre serait rempli par le sable de Virton (voir la coupe reproduite dans la *Géologie de la Belgique*, par M. Mourlon, t. I, page 145). L'observation prouve que

ce fond de bassin n'existe pas. En effet, toutes les couches inclinent vers Arlon et se superposent les unes aux autres, depuis la Semois à l'est de Stockem jusqu'à la Posterie. On doit donc considérer ces marnes non plus comme du Sinémurien mais comme du Virtonien.

Nous arrivons ensuite à la gare d'Arlon (n° 12) où nous observons le facies classique du grès de Virton. En haut et en bas de la carrière ouverte en face de la station, on voit des sables jaunâtres et meubles; ces sables sont rubanés irrégulièrement; cet aspect est dû à la présence de lits et de filons de limonite quartzifère, qui toutefois n'ont aucun rapport avec la stratification; ce sont des fentes ou des fissures remplies de fer; il est probable que le fer y existait primitivement à l'état de glauconie. Parfois le manganèse est associé au fer. Vers le milieu de la carrière on voit des sables blancs cohérents passant au grès; ceux-ci ne sont pas rubanés.

M. *Van den Broeck* explique ces faits par l'influence d'une nappe aquifère ancienne, dont les oscillations ont oxydé et altéré la partie supérieure seulement des dépôts, alors moins relevés comme altitude qu'ils le sont aujourd'hui.

Au sommet de la carrière on voit de la limonite quartzifère en bancs continus. M. *Van den Broeck* y voit en place une zone d'altération superficielle maximum, due aux eaux météoriques anciennes et ayant fourni les matériaux qui ont donné naissance à nos minerais de fer dits d'alluvions.

La limonite s'est désagrégée ensuite et est descendue à l'état de plus en plus fragmentaire sur le flanc des collines au fur et à mesure du creusement des vallées.

En exploitant les sables en question on a détruit plusieurs fours à cuire la poterie établis dans l'escarpement et datant de l'époque romaine. Un d'eux visible encore, quoique éventré et coupé en deux, est visité par les excursionnistes, qui se rendent ensuite au Musée archéologique provincial où, sous la direction du conservateur, M. *Sibenaler*, ils admirent surtout la riche collection d'antiquités romaines fournies par la région d'Arlon et de Virton. Puis un banquet à l'Hôtel du Nord a réuni aux géologues promeneurs les géologues sédentaires, et pour finir la journée, une savante conférence de M. *Dollo* sur l'Ichthyosaure a charmé et instruit de nombreux auditeurs.

DEUXIÈME JOURNÉE.

La seconde journée a été consacrée à l'étude des dépôts supérieurs du Jurassique. Le matin nous prenons le train pour Autelbas et dans la tranchée (n° 13) au nord de la station de ce nom nous nous retrou-

vons dans le grès de Virton sous son facies argileux. Il y est constitué par des marnes sableuses alternant avec des calcaires sablo-argileux, bleuâtres et grisâtres par altération. Les fossiles y sont nombreux :

Belemnites clavatus, de Bl.
Ammonites planicosta, Sow.
Ammonites armatus, Sow.
Pholadomya Hausmanni, Gold.
Gryphæa cymbium, Lm.

Nous sommes ici dans la zone à *A. armatus* ou à la base du Charmouthien (voir tableau des zones stratigraphiques, à la fin du compte rendu). On se dirige ensuite, à travers champs, vers une carrière située au nord du village de Hondelange. Chemin faisant on rencontre les plaquettes ferrugineuses considérées jusqu'ici comme minerai d'alluvions et dont M. Van den Broeck a donné une interprétation plus rationnelle.

Dans la carrière on retrouve des marnes et calcaires analogues à ceux de la tranchée du chemin de fer à Autelbas ; on observe encore une petite couche sableuse au sommet. Lorsque l'on suit ces couches vers le Grand-Duché, on les voit devenir de plus en plus argileuses et elles sont comme telles dénommées sur la carte de L. Van Werveke, sous le nom de *Fossilarme Thone*.

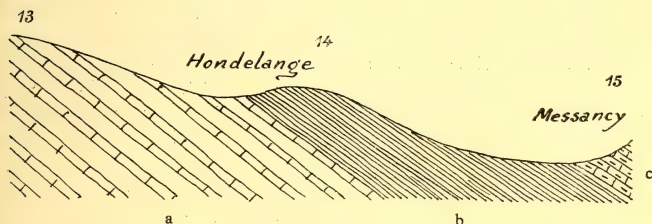


FIG. 1

- a. Marne Sableuse de Hondelange.
- b. Schistes d'Ethe.
- c. Macigno de Messancy.

On traverse le village de Hondelange, où l'on admire, dans la nouvelle église, le joli effet que l'on peut obtenir dans les constructions avec les matériaux que fournit le niveau du grès de Virton.

A la halte de Sélange nous nous trouvons dans les schistes et marnes d'Ethe. Dans notre région il est difficile de tracer la limite entre les grès de Virton et les schistes d'Ethe ; les deux zones s'y trouvant à l'état

argileux. Mais en France, près de la frontière belge, entre Breux et Herbeuval, les marnes moyennes du Lias (schistes d'Ethe) sont séparées du calcaire sableux à *Gryphæa cymbium* (grès de Virton) par un banc coquillier renfermant des *Mytilus* et des débris de coquilles. On sait que les *Mytilus* ne se rencontrent que sur les rivages et qu'elles sont organisées pour pouvoir vivre, à la marée basse, hors de l'eau. La présence d'abondants *Mytilus* et de coquilles triturées c'est-à-dire littorales, a la valeur stratigraphique d'un poudingue de base. Les galets d'un cordon littoral se forment aux dépens des éléments durs que les flots du rivage rencontrent; dans le cas présent, c'est aux dépens des coquilles enfouies dans les couches meubles sous-jacentes. La tranchée (n° 14) nous montre des argiles passant aux schistes; les roches sont brunâtres, jaunâtres et bleuâtres et renferment des nodules ferrugineux, qui se débitent en fragments concentriques. Dans un de ces nodules nous avons trouvé une Ammonite en mauvais état.

Jusque Messancy on marche sur les schistes et marnes d'Ethe. Nous nous rendons ensuite au S.-E. du château d'Amchlass; à l'angle de deux chemins nous observons (n° 15) du Macigno ferrugineux passant à une lumachelle et renfermant d'abondants *Mytilus*. Nous sommes donc à la base d'une nouvelle formation, pour laquelle nous proposons le nom de Macigno de Messancy. En montant sur le flanc de la colline par un chemin de traverse qui conduit à Guerlange, on observe une seconde lumachelle base d'une autre assise, le Macigno d'Aubange proprement dit. Le Macigno de Messancy, compris entre les schistes d'Ethe et la lumachelle supérieure, représente la zone à *Ammonites margaritatus*, Montf. Elle atteint 35 mètres d'épaisseur à Messancy. Ce Macigno correspond aux « *Schichten des Ammonites margaritatus* » de la carte géologique du Grand-Duché de Luxembourg.

Le Macigno d'Aubange *sensu strictiori* est formé de macigno alternant avec des couches argileuses. On y trouve des rognons ferrugineux qui y forment parfois de vraies couches; on y observe également des filons de limonite. Sur la hauteur, M. Van den Broeck nous développe sa thèse sur l'origine réelle des minerais de fer dits d'alluvions et nous donne quelques détails sur le creusement des vallées.

Arrivés à Athus et en attendant le départ du train d'Halanzy. M. Van den Broeck nous fait une très intéressante conférence sur le cycle sédimentaire marin considéré, avec son gravier de base ou initial, comme unité stratigraphique dans la classification des dépôts tertiaires

et secondaires (1). A midi, nous gagnons Halanzy. Les travaux qu'on y exécute en ce moment pour l'établissement d'une distribution d'eau permettent de bien se rendre compte de la succession des couches dans la région. Au croisement de la route d'Arlon à Virton et du chemin qui conduit à la gare, on voit le macigno d'Aubange alterner avec des couches schisteuses. Nous prenons le dernier chemin allant vers l'ouest qui, de Halanzy conduit au Haut-Bois. A 50 mètres environ de la route, on observe le contact entre le Macigno d'Aubange et les schistes de Grand-Court. Le Macigno (n° 16) renferme en ce point d'abondants fossiles :

Pecten æquivalvis, Sow.

Plicatula spinosa, Sow.

Gryphæa cymbium, Lm.

Rhynchonella tetraedra, Sow.

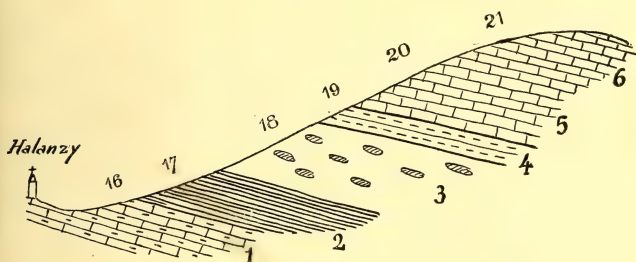


FIG. 2

1. Macigno d'Aubange.
2. Schistes de Grand-Court.
3. Marne de Grand-Court.
4. Limonite de Mont St Martin.
- 5 et 6. Calcaire de Longwy.

Les schistes de Grand-Court (n° 17) reposent directement sur le Macigno sans démarcation stratigraphique. La roche est un calschiste bitumineux avec petits cristaux de gypse et se divise en feuillets très minces.

(1) Voir A. RUTOT : *Les phénomènes de la sédimentation marine, etc.* (Bull. Mus. Royal d'Hist. Nat. de Belg. t. II, p. 41-83, 1883.)

E. VAN DEN BROECK : *Note sur un nouveau mode de classification et de notation graphique des dépôts géologiques, basé sur l'étude des phénomènes de la sédimentation marine.* (Ibid., p. 341-369.)

On y a rencontré :

Belemnites tripartitus, Schl.
Belemnites paxillosus, Schl.
Ammonites serpentinus, Schl.
Ammonites complanatus, Brug.
Posidonomya Bronni, Voltz.
Plicatula spinosa, Sow.

Les marnes à *Septaria* (n° 18) commencent à 100 mètres environ au S. de la ligne du chemin de fer. Elles sont bleuâtres, plastiques et renferment des cristaux de gypse trapézien. On y a trouvé abondamment une Ammonite que je rapporte à l'*A. Comensis*, de Buch. ainsi que *Lingula longo-viciensis*, Terq. Ces marnes à septaria rentrent dans la zone à *Ammonites bifrons*. On trouve ensuite des marnes sans septaria, que je considère comme représentant la zone à *Ammonites radians*, Rein.

Puis on arrive au niveau de la limonite oolithique de Mont-Saint-Martin (n° 19), qui représente la zone à *Ammonites Aalensis*, Ziet. Une couche d'argile surmonte la limonite et y détermine un niveau de sources. Ici, pour la plupart des géologues, se termine le Liasique.

D'après Bleicher (1) les oolithes ferrugineuses sont de formation essentiellement littorale; elles se composent d'un noyau, minéral ou organique, entouré de couches régulières d'une substance à la fois riche en silice et en matière organique, laissant reconnaître des formes de bâtonnets réguliers. On peut donc penser que leur formation est due à des êtres organisés inférieurs dont l'action a amené la décomposition et la précipitation du carbonate de fer que devaient amener les eaux continentales.

Le médio-jurassique ou calcaire de Longwy (nos 20 et 21), est représenté par des calcaires grenus, parfois oolithiques et ferrugineux. Les fossiles y sont très abondants :

Belemnites giganteus, Schl.
Ammonites Murchisonæ, Sow.
Ammonites Blagdeni, Sow.
Pseudomelania (plusieurs espèces)
Pleuromya elongata, de Münster.
Pholadomya Murchisoni, Sow.
Trigonia costata, Lm.

(1) Compte rendu, 14 mars 1892 et de Lapparent, 3^e édition, page 959.

Trigonia clavellata, Parkinson.

Avicula echinata, Sow.

Pecten articulatus, Schl.

Lima proboscidea, Sow.

Terebratula perovalis, Sow.

Rynchonella obsoleta, Sow.

Serpula filaria, Goldf.

Holcypus depressus, Leske.

Dans les environs de Montmédy ces calcaires sont représentés par des polypiers qui, à l'E. de Thonnelle, reposent directement sur la Marne de Flize.

Nous sommes ensuite descendus à Halanzy, où les membres de la Société ont pu admirer la magnifique collection de M. l'abbé Nickers, curé de la localité et vice-président de la Société géologique du Luxembourg; collection qui est particulièrement riche en Ammonites belges.

M. l'abbé Nickers nous a reçus avec son amabilité habituelle; dans une savante conférence il nous a exposé ce que c'était qu'une Ammonite. M. Dollo a fait ensuite remarquer l'analogie qui existait entre l'Ammonite et le Nautilé, dernier survivant de ce groupe intéressant de céphalopodes. M. le président Jottrand a ensuite chaleureusement remercié M. l'abbé Nickers de sa cordiale réception en le félicitant de consacrer ses loisirs à l'étude de la nature.

Puis les excursionnistes ont repris le train pour aller loger à Florenville.

TROISIÈME JOURNÉE.

Les deux autres journées ont été consacrées à l'étude des dépôts dans l'ouest de la région. Voici la classification des couches que nous présentera le facies des environs de Florenville :

Hettangien. } Grès de Rossignol
 } Marne de Jamoigne

Sinemurien. } Calcaire sableux de Florenville et marne de Warcq
 } Calcaire sableux d'Orval

Virtonien. — Grès de Virton.

Nous nous rendons directement en voiture à la barrière de Chassepierre. Une carrière ouverte près de la route (n° 26) nous permet d'étudier le contact entre le calcaire sableux d'Orval et le grès de Virton.

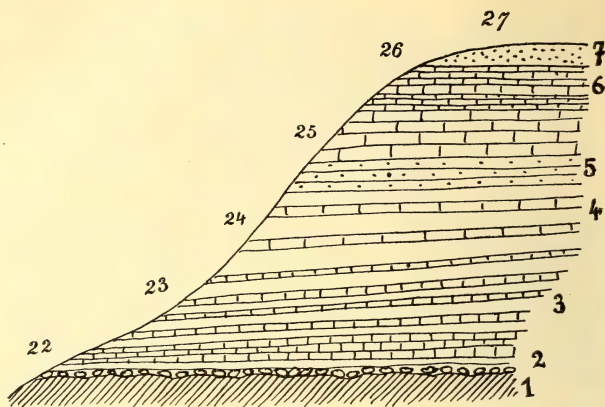


FIG. 3.

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|
| 1. Schistes de Mondrepuits. | 5. Calcaire sableux de Florenville. |
| 2. Grès de Rossignol. | 6. Calcaire sableux d'Orval |
| 3. Marne de Jamoigne. | 7. Grès de Virton. |
| 4. Marne de Warcq. | |

La limite est formée par une lumachelle à *Pecten disciformis*. C'est un banc très dur, entièrement pétri de fossiles :

Belemnites acutus, Miller.
Ammonites cft. *Bucklandi*, Sow.
Pinna diluviana Schl.
Nautilus aratus, Schl.
Cardinia cft. *Listeri*, Sow.
Lima gigantea, Sow.
Pentacrinus tuberculatus, Mill.

Au-dessus de la lumachelle on trouve des sables jaunâtres (n° 27) avec rognons fossilifères.

Gryphæa cymbium, Lm.
Terebratula subpunctata, Dav.

En descendant vers Chassepierre, dans les premières carrières que l'on rencontre à droite, on trouve les mêmes roches, mais à un certain niveau, 11^m.50 en dessous de la lumachelle à *Pecten disciformis* on

voit un banc fossilifère très cohérent, construit par des polypiers et renfermant quelques cailloux roulés de quartz blanc. Les polypiers sont :

Isastræa Condeana, Ch. et D.

Astrocænia clavellata, Terq. et Piette.

et une autre espèce à polypier simple.

Ce banc cohérent forme la base du calcaire sableux d'Orval; il repose sur des calcaires oolithiques dans lesquels les Saxicaves se sont enfoncés, ce qui indique que ces calcaires oolithiques étaient déjà solidifiés lors du dépôt du calcaire sableux d'Orval. En un point de la carrière on remarque la stratification diagonale que dessinent des bancs de grès alternant avec du sable.

Comme on le voit, il y a concordance entre l'épaisseur des couches de la Marne de Strassen et celle du calcaire sableux d'Orval. En dessous des calcaires oolithiques (n° 25), on rencontre des alternances de calcaire sableux et de sable. Au fur et à mesure que l'on descend, les roches deviennent plus argileuses et finalement elles passent à la Marne de Warcq (n° 24). Le calcaire sableux de Florenville a 30 mètres d'épaisseur dans la coupe de Chassepierre.

Dans le puits artésien de Lasoye, les calcaires sableux d'Orval et de Florenville ont montré une épaisseur de 58^m.70. Comme le calcaire sableux d'Orval a 11^m.50, il restait à Lasoye pour le calcaire sableux de Florenville 47^m.20. On peut donc dire que, entre l'horizon de Lasoye et celui de Chassepierre, 17^m.20 de calcaire sableux sont devenus marneux.

La Marne de Warcq détermine un niveau de sources tellement abondantes que l'eau, qui descend dans la gorge de Chassepierre, suffit pour y activer deux moulins.

La Marne de Warcq est un peu sableuse vers le haut; plus bas elle ressemble à la marne de Jamoigne. On y trouve :

Gryphæa arcuata, Sow.

Montlivaultia Guettardi, de Bl.

Il existe également une démarcation stratigraphique entre la Marne de Jamoigne et la Marne de Warcq. Je ne l'ai reconnue que depuis peu et je ne l'ai pas encore suffisamment étudiée. C'est un banc très cohérent, presque entièrement formé de polypiers simples. Au-dessus de ce banc, dans la région où je l'ai reconnu, on trouve la *Gryphæa arcuata*, Lm. et le *Montlivaultia Guettardi*, de Bl. ; immédiatement en dessous le *Montlivaultia Haimei*, Ch. et D.

Nous sommes ensuite partis pour Fontenoille, puis de là pour Watrinsart où, à l'est de cette dernière localité, nous avons visité une carrière ouverte dans le niveau du calcaire sableux de Florenville et où on exploite un calcaire sableux que l'on taille pour en faire des pierres de construction de moyen appareil.

Cette carrière est intéressante en ce que la stratification y indique clairement une série de variations et de déplacements latéraux dans les courants littoraux suivant l'explication fournie par M. Van den Broeck.

Je dois à l'obligeance de M. *Bennert* le dessin ci-dessous :

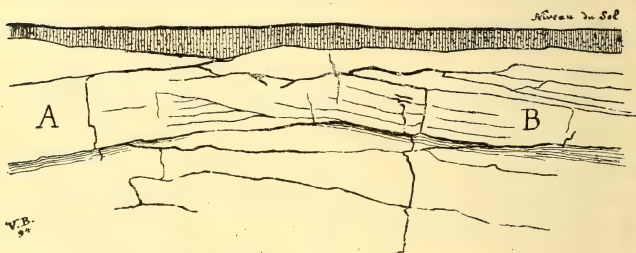


FIG. 4

La stratification A indique le courant initial, la stratification B indique un second courant qui, par déplacement latéral de l'énergie transportante, a enlevé une partie du dépôt A.

Nous nous rendons ensuite à Watrinsart pour y étudier la Marne de Warcq, la Marne de Jamoigne et le Grès de Rossignol, ainsi que le contact entre le Secondaire et le Primaire. Ces couches sont visibles dans le chemin qui conduit vers la ferme de Parensart.

Voici la coupe telle qu'elle résulte des observations. Cette coupe a déjà été publiée par Terquem et Piette. (Cfr. op. cit., page 350.)

Dans le fond de la vallée on voit les schistes primaires redressés, schistes noirs fossilifères que je rapporte aux schistes fossilifères de Mondrepuits de la légende de la carte géologique au 1/40.000^e; ils correspondent aux phyllades de Levrezy de M. Gosselet.

Sur ces schistes primaires (voir fig. 3) on voit une lumachelle poudingiforme (n° 22), ayant une faible inclinaison vers le sud. C'est un banc de 0^m.40 d'épaisseur formé de débris de coquilles et renfermant des cailloux roulés, de roches primaires, de la grosseur du poing. Puis on trouve de la marne noire surmontée d'un grès calcarifère ressemblant

au psammite et renfermant des *Mytilus*. C'est ce banc que Terquem et Piette prennent comme limite de la zone à *Ammonites planorbis*.

Je conserve à ces couches le nom de Grès de Rossignol. Cette zone n'a ici que 2 mètres d'épaisseur. Les auteurs français, dans leur travail, annoncent avoir retrouvé ce banc à Villers-sur-Semois, à Harensart, Orsainfaing et Rossignol ; ils disent en outre que dans les environs de Charleville, la zone à *Ammonites planorbis* est représentée par le poudingue coquillier de la base du Secondaire.

Aux pages 332 et 333 de leur ouvrage, on peut lire : « Dans la zone » à *A. planorbis* on trouve la *Cardinia Deshayesei*, Terq. qui constitue une lumachelle en certains points.

» ... Cette zone est représentée par des marnes noires feuilletées et » du calcaire enfumé, qui existent partout où l'on trouve l'argile » rouge. » (Voir ci-avant le grès de Mortinsart.)

Il résulte clairement des publications de ces auteurs qu'ils considèrent les grès de Rossignol (partie supérieure de l'ancien grès de Mortinsart) comme représentant la zone à *A. planorbis*. Cette zone, d'après les mêmes auteurs, a 3 mètres en moyenne, mais peut atteindre 12 mètres d'épaisseur en certains points. De mon côté, je crois avoir trouvé des *A. planorbis*, Sow. dans des conditions analogues à celles qu'ils ont décrites.

M. Dewalque conteste la présence de cette zone dans notre pays (cfr. op. cit., page CVI). Il dit avoir trouvé à ce niveau la *Cardinia lamellosa*, Goldf. et l'*A. angulatus*, Schloth. D'abord la question est de savoir si ces fossiles étaient en place. J'ai déjà trouvé à ce niveau la *Montlivaultia Guettardi*, de Bl., et la *Gryphæa arcuata*, Lm., ce qui indique bien que les fossiles peuvent être entraînés par les eaux de pluie d'un niveau à l'autre. Je suis donc persuadé que nous avons chez nous la zone à *A. planorbis*, d'abord parce qu'on a trouvé à différentes reprises ce fossile caractéristique et ensuite parce que dans la Marne de Jamoigne il existe une démarcation stratigraphique (banc de grès dur à *Mytilus*) qui indique que l'on se trouve en présence de deux niveaux géologiques différents.

Au-dessus on trouve la Marne de Jamoigne (fig. 3, n° 23) :

Ammonites angulatus, Schloth.

Cardinia lamellosa, Goldf.

Cardinia Dunkeri, Ch. et D.

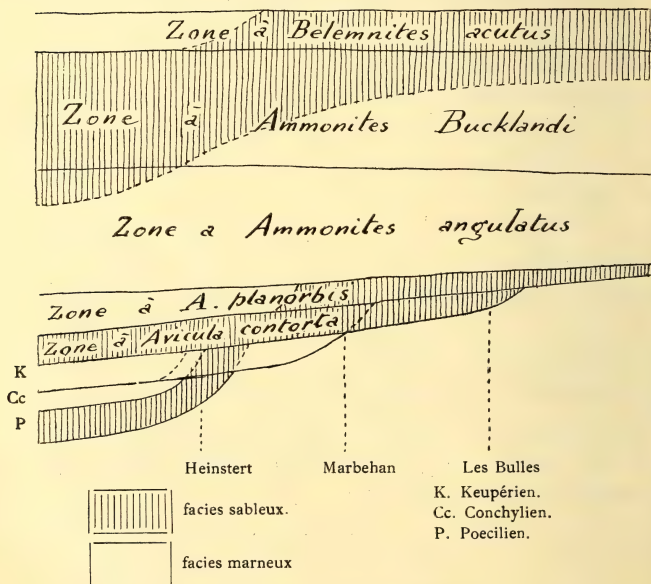
Montlivaultia Haimeï, Ch. et D.

Montlivaultia polymorpha, Terq. et Piette.

Une dalle pétrie de *Cardinia Dunkeri* a été déposée au Musée de la Société géologique du Luxembourg. Puis, plus au-dessus encore, vient la Marne de Warcq avec ses fossiles déjà signalés et qui déterminent un niveau de sources abondant.

D'après tout ce qui précède, on voit que les mêmes assises se présentent tantôt sous le facies marneux, tantôt sous le facies sableux. J'ai dressé le diagramme fig. 5 pour montrer les rapports mutuels des différents termes de la classification du Jurassique et du Triasique et aussi pour indiquer les changements de rivage le long des Ardennes et le débordement successif des couches aux époques triasique et jurassique.

FIG. 5



Nous avons repris le chemin de Muno et là, à l'entrée du village, nous avons observé un poudingue à gros éléments qui ne présente aucune analogie avec la lumachelle poudingiforme de la base du Secondaire.

M. Gosselet (*L'Ardenne*, page 215), range avec doute le poudingue de

Muno dans le Gedinnien. Une simple course sur le terrain suffit pour établir que ce poudingue est tout différent de celui de Watrinsart et qu'on doit sans hésitation le rapporter au poudingue gedinnien. L'après-midi nous nous sommes rendus au bois de Muno dans une petite vallée située au N.-E. du village de ce nom. Sur sa rive droite une carrière est ouverte dans le Cambrien. On y exploite des quartzites cireux, gris bleu, noirs et roses, rouges par altération, incl. de 40° vers le N. 37° E.

A peu près en face en montant sur le flanc gauche de la vallée, on voit des quartzophyllades cambriens, couleur mordorée, puis, vers le haut, de grands escarpements de poudingue céphalaire en tout semblable au poudingue de Muno. Ces poudingues sont surmontés de quartzite d'aspect cambrien, incl. vers E. 12° N. et que Gosselet (op. cit.) rapporte à ce système. Je suis au regret de ne pouvoir partager la manière de voir du savant géologue de Lille et je considère ces quartzites comme gedinnien. D'abord l'allure de ces quartzites diffère de celle des couches cambriennes, on vient de voir que la direction des couches est différente; en second lieu, après le dépôt des cailloux roulés qui ont donné postérieurement naissance au poudingue, il a dû se déposer des sables, et je pense que ces quartzites ne sont autres que ces sables métamorphisés.

Nous avons de là traversé le ruisseau Remy, puis gravi un chemin en tranchée ouvert dans les schistes fossilifères de Mondrepuits, et où l'un des excursionnistes a trouvé quelques fossiles.

De là nous nous sommes rendus à Sainte-Cécile, où nous avons visité un atelier de potier. La matière qu'il met en œuvre est un mélange de terres provenant de deux niveaux: 1° des Marnes irisées du Keuper; 2° de la Marne de Jamoigne. Il existe, en effet, à Sainte-Cécile un dernier lambeau de marnes irisées, qui est exploité un peu au sud-est de la chapelle Saint-Donat: c'est une marne diversement colorée, verte, blanche, jaune, etc. Mais on n'y trouve pas les calcaires dolomitiques que nous avons vus dans les environs de Habay. M. *Van den Broeck* nous a fait remarquer que les calcaires ne sont qu'accidentels, ou localisés, dans ces formations.

Nous sommes ensuite arrivés à Chassepierre, où les membres ont pu admirer d'énormes dépôts de tuf calcaire, dans lesquels se trouve une excavation naturelle, « la grotte des fées ».

QUATRIÈME JOURNÉE.

Nous sommes partis de bon matin en voiture pour Orval. Arrivés au chemin de Williers, nous nous y sommes engagés et prenant la

bifurcation à droite, nous avons observé une source très abondante déterminée par une couche argileuse que l'on trouve au milieu du calcaire sableux de Florenville (1^m.50 à 2 m.). L'eau en est très dure, et dépose du carbonate de chaux ; les excursionnistes ont pu saisir là sur le fait la formation du tuf. Dans le fond du ruisseau les mousses étaient en partie incrustées par l'eau. Dans les roches on a rencontré la *Serpula socialis*? Goldf. Cette couche argileuse est constante dans la région ; on la retrouve au sud d'Izel, à Bellefontaine, Lahage, etc... ; dans le puits artésien de Lasoye on l'a rencontrée à 42^m.70.

Il existe également une couche argileuse dans le grès de Luxembourg (*sensu lato*) à l'E. d'Arlon, dans la vallée qui va de la ferme du Lingenthal vers Eischen, et dans la vallée de Clairefontaine. Cette couche argileuse détermine également un niveau de sources dans ces vallées. Nous n'entendons pas cependant affirmer que la couche argileuse des environs d'Arlon soit en continuité stratigraphique avec celle des environs de Florenville.

Nous nous sommes ensuite rendus aux ruines de l'ancienne célèbre abbaye d'Orval. L'histoire de l'abbaye se divise en quatre périodes auxquelles correspondent les constructions aujourd'hui en ruines :

1^o VI^e siècle, les Augustins ; les bâtiments de cette époque ont complètement disparu ;

2^o XI^e siècle, les Bénédictins ; bâtiments à gauche en entrant dans l'enceinte ;

3^o 1131 à 1760, les anciens Bernardins ; bâtiments du nord.

4^o 1760 à 1793, les nouveaux Bernardins ; bâtiments du sud.

Nous n'entreprendrons pas ici la description de ces débris majestueux, ni l'analyse de l'histoire de la célèbre abbaye ; ce qui frappe surtout le géologue qui la visite, c'est la quantité et la variété des matériaux qui ont été nécessaires pour l'édifier et ce qui l'occupe c'est la recherche des lieux d'où les moines pouvaient les extraire. Presque toute l'ancienne abbaye est construite en calcaire sableux d'Orval et de Florenville. Il existe, en effet, dans la région au N. des ruines de vastes excavations connues sous le nom de Carrière frère Didi. On en a également beaucoup extrait au lieu dit « Hawy », dans la partie boisée qui longe la route d'Orval à Villers. Pour la construction de la nouvelle église, dédiée à saint Bernard, les pierres avaient été tirées, à grands frais, et pendant quinze années consécutives, de six carrières ouvertes sur le territoire de Montmédy, au lieu dit *Haut-de-Forêt* ; elles avaient été taillées sur place, numérotées, transportées, scellées et reliées par des crampons de fer. (Cfr. JEANTIN, *Les Chroniques de l'abbaye d'Orval*, page 177.)

Les ardoises provenaient d'Alle et d'Herbeumont ; les moines possédaient la Maljoyeuse à Herbeumont et l'ardoisière dite des Moines à Alle.

Les marbres sont peu reconnaissables, parce qu'ayant subi l'action du feu lors de l'incendie de l'abbaye en 1793, ils sont blanchis à la surface. Ils devaient provenir des environs de Philippeville (Sainte-Anne, Florence) ; on demeure stupéfait devant ces blocs énormes qu'il a fallu transporter par axe, depuis Philippeville jusque Orval.

Après la visite des ruines nous nous sommes rendus à Villers-devant-Orval par le sentier du Hawy. Orval est sur le calcaire sableux de Florenville, lequel s'y termine, comme à Chassepierre, par des calcaires oolithiques. Au-dessus, on retrouve, comme à Chassepierre, le banc dur à polypiers.

Isastræa Condeana, Ch. et D.

Astrocænia clavellata, Terq. et Piette.

Près d'Orval nous n'avons pas trouvé les lithophages, mais je les ai rencontrés postérieurement dans la vallée du Bois-le-Comte.

Au-dessus du banc à polypiers, on observe des calcaires poreux parfois encrinétiques alternant avec des couches de sable. Il existe à ce niveau des bancs à Cardinies. Quant au calcaire sableux d'Orval, il n'a guère ici, comme à Chassepierre, que 11 à 12 mètres ; il se termine également par une lumachelle à *Pecten disciformis*. Au-dessus de la lumachelle on voit des sables plus ou moins cohérents alternant avec des calcaires sableux gris, pointillés de grains charbonneux

Belemnites

Nautilus aratus, Schl.

Ammonites obtusus, Sow.

Pinna diluviana, Schl.

Gryphæa cymbium, Lm.

Plus au-dessus encore on rencontre des marnes alternant avec des bancs de calcaires argileux

Ammonites oxynotus, Quenst.

Gryphæa cymbium, Lm.

Pecten.

Les marnes sont surmontées de sable argileux avec rognons de grès calcarifère en plaquettes

Terebratula subpunctata, Dav.

En haut, sur le territoire belge, on trouve des calcaires sableux pétris de *Rhynchonella tetraedra*.

Le grès de Virton dans cette région est donc composé comme suit à la base :

- 1) Sable et grès à *A. obtusus*
- 2) Marne à *A. oxynotus*
- 3) Sable argileux
- 4) Calcaire sableux.

De Villers nous sommes rentrés à Orval, où nous attendait le déjeuner.

Ce repas clôturait nos travaux en commun. Nous allions nous séparer à regret les uns des autres. Avant cette dispersion j'ai cru pouvoir résumer comme suit les résultats scientifiques importants produits par l'excursion des deux sociétés réunies :

1° Le Keuper possède des marnes salées, fait constaté par notre aimable Président, M. Jottrand ;

2° Définition et délimitation du Rhétien ;

3° Le grès de Rossignol contient une faune hettangienne ;

4° Cette faune appartient à la zone à *A. planorbis* ;

5° Les sables de Fouches ont seuls une faune hettangienne, tout le reste du Grès de Luxembourg appartient au Sinémurien, ou calcaire sableux de Florenville ;

6° La marne à Ichthyosaure d'Arlon est intercalée dans le grès de Virton ;

7° Le Macigno de Messancy constitue une assise spéciale caractérisée par l'*A. margaritatus* ;

8° Délimitation du calcaire sableux d'Orval et du calcaire sableux de Florenville ;

9° Le calcaire sableux d'Orval et la Marne de Strassen ont sensiblement la même épaisseur.

J'ai fait ressortir avec justice la grande part que M. Van den Broeck avait dans l'établissement de ces différents points.

En terminant, il me reste à présenter l'expression de mes plus vifs remerciements à mes deux amis MM. Lechien et Van den Broeck, le premier pour m'avoir très obligeamment aidé dans la préparation de l'excursion, le second pour m'avoir prodigué à tout instant son précieux concours pendant toute la durée des excursions.

Je remercie également le président, M. Jottrand et les autres membres des deux sociétés, qui ont bien voulu se rendre à mon invitation.

ZONES BELGES ET ASSISES QUI Y CORRESPONDENT

MÉDIO-JURASSIQUE

Bajocien	{	Zone à A. Sowerbyi	{	Calcaire de Longwy.
		Id. à A. concavus		
		Id. à A. Murchisonae		

LIASIQUE

Toarcien	{	Zone à A. opalinus et Aalensis . . .	{	Limonite de Mont-Saint-Martin.
		Id. à A. jurensis et radians . . .		
		Id. à A. bifrons		
		Id. à A. serpentinus		

Charmouthien	{	Zone à A. spinatus	{	Macigno d'Aubange.
		Id. à A. margaritatus		
		Id. à A. Davoei		
		Id. à A. armatus		

Sinémurien	{	Zone à A. oxynotus	{	Grès de Virton.
		Id. à A. obtusus et planicosta . . .		
		Id. à A. Turneri		
		Id. à A. Bucklandi		

Hettangien	{	Zone à A. angulatus	{	Marne de Strassen et Calcaire sableux d'Orval.
		Id. à A. planorbis		
Rhétien	{	Zone à A. planorbis	{	Calcaire sableux de Florenville et Marne de Warcq.
		Zone à Avicula contorta		

Marne de Jamoigne et sable de Metzert.
Marne d'Helmsingen et grès de Rossignol.

Sable et argile noire de Mortinsart.

ÉCHELLE STRATIGRAPHIQUE
DES
TERRAINS TRIASIQUES ET JURASSIQUES

PROPOSÉE PAR

V. Dormal.

SYSTÈME JURASSIQUE

MEDIO-JURASSIQUE

ÉTAGE BAJOCIEN (Bj)

CALCAIRE DE LONGWY

- Bj2** Calcaire oolithique et subcompacte. *A. Blagdeni*.
Bj1 Calcaire ferrugineux. *A. Murchisonæ*.

LIASIQUE

ÉTAGE TOARCIEN (To)

- To3** Limonite de Mont-Saint-Martin. *A. opalinus* et *Aalensis*.
To2 Marne de Grand-Court à *septaria*. *A. radians* et *bifrons*.
To1 Schistes de Grand-Court. *A. serpentinus*.

ÉTAGE VIRTONIEN (Vr)

- Vr4** Macigno d'Aubange. *A. spinatus*.
Vr3 Macigno de Messancy. *A. margaritatus*.
Vr2 Schiste et marne d'Ethe. *A. Davoei*.
Vr1s Grès de Virton. — **Vr1m** Marne de Hondelange. *A. armatus*,
A. planicosta, *A. oxynotus*, *A. obtusus*.

ÉTAGE SINÉMURIEN (Sn)

- Sn2m** Marne de Strassen. — **Sn2s** Calcaire sableux d'Orval. *Belemnites acutus*.
Sn1s Calcaire sableux de Florenville. — **Sn1m** Marne de Warcq. *Arietites* (*Ammonites*).

ÉTAGE HETTANGIEN (Ht)

- Ht2s** Sable de Metzert. — **Ht2m** Marne de Jamoigne. *A. angulatus*.
Ht1s Grès de Rossignol. — **Ht1m** Marne d'Helmsingen. *A. planorbis*.

ÉTAGE RHÉTIEN (Rh)

- Rh** Grès de Mortinsart. Sable cohérent et argile noire schistoïde.
Avicula contorta. Débris d'ossements.

TRIASIQUE

KEUPÉRIEN (K)

- Kc** Marnes diversement colorées avec calcaires dolomitiques.
Kb Marne rouge.
Ka Grès vert et poudingue.

CONCHYLIEN (Cc)

- Cc** Calcaire dolomitique et gompholite.

POECILIEN (P)

- Pb** Grès rouge.
Pa Poudingue.
-

NOTE

SUR LA

PRÉSENCE DE L'EAU DANS LES CALCAIRES

PAR

C. Blanchart

Ingénieur honoraire des Mines.

PLANCHE VIII

La question de l'alimentation en eau de l'agglomération bruxelloise a donné lieu, au sein de la Société Belge de Géologie, à de longues et intéressantes discussions au sujet de la manière d'être des eaux dans les calcaires.

Deux opinions sont controversées, et l'une comme l'autre a ses défenseurs nombreux et convaincus : pour les uns les couches aquifères des roches calcaires se comportent, en général, d'une façon analogue à celles des roches arénacées ; c'est-à-dire qu'elles constituent des nappes aquifères continues ; pour les autres, l'eau des calcaires est limitée à ce que peuvent contenir les joints de stratification plus ou moins corrodés, les fissures plus ou moins ouvertes, ensemble constituant un réseau de canaux dans lesquels cette eau circule, mais limité à une faible profondeur, les fissures se resserrant bientôt et les bancs se soudant entre eux pour ne plus laisser qu'une masse compacte et imperméable.

Il ne paraît pas, jusqu'ici, que ces discussions aient permis une conclusion susceptible d'être admise par les deux écoles ; la question demeure donc ouverte.

Au cours d'une de ces discussions, dans laquelle il avait été parlé de l'imperméabilité des calcaires à une faible profondeur, nous avons cru, à titre de simples renseignements, devoir signaler certains

faits qui nous paraissent en contradiction avec cette hypothèse. Ces faits se rapportent principalement aux mines métalliques et aux charbonnages, dont les exploitants sont toujours en éveil lorsqu'ils ont quelque raison de croire à la proximité des calcaires, par crainte d'une invasion soudaine des eaux qu'ils savent exister dans ces roches, dangereuses à leur point de vue. Et cette crainte elle existe pour les travaux à toutes profondeurs.

Nous avons résumé l'exposé de ces faits dans les pages suivantes; il en est quelques-uns qui ne se rapportent pas aux calcaires, mais nous avons pensé qu'ils ne sont pas dépourvus d'intérêt pour l'hydrologie en général, et peut-être pour la géologie de certaines régions dont il sera question.

Les phénomènes géologiques survenus immédiatement après le dépôt du terrain houiller, ont fortement affecté les terrains primaires; les replis et les dislocations de ces terrains témoignent de l'intensité des poussées qu'ils ont subies. Les travaux de charbonnages, les sondages pratiqués pour rechercher de nouveaux gisements de houille, les études géologiques entreprises sur toute la zone houillère, montrent le terrain houiller, depuis le Pas-de-Calais jusqu'en Allemagne, sillonné de nombreuses et importantes failles, replié sur lui-même, souvent même renversé et recouvert de terrains stratifiés plus anciens. Dans le bassin de Liège, par exemple, nous voyons, au charbonnage de Flémalle, les couches de houille de la région moyenne venir buter contre le Calcaire carbonifère, relevé par une faille importante; tout le long de la limite méridionale du bassin houiller, en Allemagne, en Belgique, en France, nous voyons le terrain houiller surmonté de l'un ou l'autre des terrains plus anciens et les couches de houille venir souvent buter, par l'effet d'une grande faille, contre l'un ou l'autre de ces terrains; nous voyons encore depuis Charleroi jusqu'à la frontière française, des lambeaux de calcaire carbonifère, de calcaire et de schistes devoniens, isolés au milieu du terrain houiller qu'ils recouvrent par l'effet d'un renversement. Ces accidents géologiques peuvent occasionner et occasionnent quelquefois des désastres dans les travaux de mines, par l'irruption soudaine des eaux dont les roches sont abondamment imprégnées par les nombreux canaux communiquant avec la surface du sol.

La concession de Forte-Taille, sous Montigny-le-Tilleul, est située dans une de ces régions accidentées; le terrain houiller affleure dans la partie ouest, du côté de l'est il est recouvert par les schistes de Famenne, le calcaire carbonifère, du calcaire devonien, des schistes dans lesquels nous avons rencontré les fossiles caractéristiques des

schistes de Frasnes et le calcaire de Couvin, le long de la rive droite de la Sambre entre le déversoir de la Sambre et le pont sur lequel le chemin de fer du Nord franchit cette rivière. (Voir planche VIII.)

Il existe dans cette concession, le long du chemin qui descend de la route de Marchiennes à Beaumont et franchit la Sambre sur le pont du déversoir de Landelies, cinq anciens puits, dont quatre, nos I, II, IV et V de la planche VIII, datent du commencement de ce siècle; le n° III, beaucoup plus récent, fut creusé vers le milieu du siècle.

Il existe en outre une galerie d'écoulement, dont l'orifice se trouve un peu en amont du déversoir, qui passe à proximité des puits ci-dessus et s'étend jusque sous le village de Montigny-le-Tilleul.

Les archives du charbonnage renferment des coupes des puits II et IV, où l'on voit figurer le calcaire sous le nom de *marbre*. Entre le niveau du sol, constitué par des schistes paraissant appartenir au schiste famennien, et le niveau de la galerie en terrain houiller, la différence de niveau est de 60 mètres environ, et le calcaire est, d'après nos souvenirs, figuré sur une épaisseur d'environ 20 mètres. Nous n'avons pu recueillir aucune indication sur le puits n° V; son ouverture se trouve dans les mêmes schistes que ceux des puits II et IV.

Le puits n° I a été remis en exploitation vers 1877; la galerie d'écoulement y passe à environ 60 mètres sous le niveau de la route; à ce niveau la Société fit ouvrir deux bouveaux : l'un vers le nord, l'autre vers le sud, c'est-à-dire sensiblement parallèles à la direction de la route de Beaumont à Marchiennes. La galerie nord a rencontré, à une distance d'environ 100 mètres du puits, un calcaire plongeant au nord sous un angle d'environ 30° avec l'horizon; ce calcaire, dans lequel la galerie a été creusée sur une longueur de 8 à 10 mètres, est compacte, de couleur très foncée, en bancs épais; il a donné de l'eau et continue à en donner; il est toujours humide alors que, en arrière, les schistes houillers sont parfaitement secs. Entre le calcaire et le houiller est une terre noire, argileuse, de quelques centimètres d'épaisseur, provenant sans aucun doute de schistes houillers broyés. Nous n'avons pas recueilli d'autres indications sur ce calcaire, le bouveau étant déjà abandonné lors de notre arrivée au charbonnage, mais nous avons parfaitement pu constater son état constant d'humidité.

La présence du calcaire dans le puits n° I nous a été certifiée, mais nous n'avons pu nous en assurer par nous-même; nous n'avons d'ailleurs aucune raison d'en douter après les constatations faites dans la galerie nord.

Le bouveau sud est toujours demeuré en terrain houiller, inclinant d'abord au nord, puis se renversant sur lui-même et inclinant au midi sous un angle de 30 à 35°.

Vers l'extrémité, à environ 200 mètres du puits, se trouvent quelques bancs de grès fissurés très aquifères, à tel point que, au moment où cette roche fut atteinte, l'eau en jaillit vivement à plusieurs mètres dans la galerie; elle n'a pas cessé depuis de donner de l'eau en assez grande quantité.

Le puits n° III, de date relativement récente, mais dont nous n'avons cependant pu retrouver la coupe dans les archives du charbonnage, a aussi rencontré le calcaire sous le schiste de Famenne. De l'enquête à laquelle nous avons procédé, interrogeant les anciens ouvriers, les habitants des environs et un ancien administrateur, il résulte que ce calcaire était excessivement aquifère, qu'il se présenta d'abord en blocs au milieu d'une terre argileuse, et que ce ne fut qu'après l'installation d'une machine d'épuisement qu'on parvint à le traverser; le terrain houiller fut rencontré au-dessous. Ce puits n'était pas en communication avec la galerie d'écoulement.

Enfin nous avons constaté la présence du calcaire dans la galerie d'écoulement, à une distance de 20 à 25 mètres de l'orifice d'entrée, près de la Sambre; cette roche apparaît au-dessus de la galerie, inclinant faiblement au nord; la galerie fait ensuite un léger coude vers le midi et se trouve en plein terrain houiller; nos recherches le long de la côte escarpée qui borde la Sambre en cet endroit ne nous ont montré aucune trace d'affleurement du calcaire, affleurement qui pourrait cependant se trouver au pied de la côte sous les éboulis; on en retrouve des traces dans le ravin qui borde la route en remontant vers Montigny-le-Tilleul, avant d'arriver au puits n° III.

On peut conclure de ce qui précède qu'il existe sous le sol, entre la grand-route de Beaumont et la Sambre, une couche de calcaire se relevant insensiblement vers l'est, et dont le plongement général est vers le nord.

Cette constatation nous avait permis de déterminer la cause de l'inondation des travaux du puits n° III, cause qui était demeurée inexpliquée mais que l'on attribuait cependant aux eaux de la Sambre.

Il n'est pas inutile de rappeler qu'à l'époque dont nous parlons, la croyance à la présence du terrain houiller sous le calcaire de Landelies n'était pas généralement admise par les charbonniers et qu'il ne manquait pas d'ingénieurs pour partager cette incrédulité.

Le puits n° III a exploité la couche dite Grande-Veine à un niveau de beaucoup inférieur à celui de la galerie d'écoulement; l'exploitation s'est développée vers l'ouest, la partie est ayant été déhouillée, par les puits nos I et II principalement, à l'aide de défoncements poussés à plus de 100 mètres sous la galerie. Les travaux du puits n° III ont atteint au

moins cette profondeur, mais nous manquions de renseignements certains à cet égard, n'ayant à notre disposition qu'un ancien plan non coté; ce plan montrait, après les travaux exécutés au niveau du fonds du puits, une série de travaux exécutés en défoncements, suivant l'habitude de l'époque; vers l'ouest, les galeries de niveau prenaient la forme elliptique, montrant ainsi que la couche formait une sorte de bassin en se relevant dans cette direction et dans la direction du nord.

D'après les anciens mineurs que nous avons pu consulter, les travaux étaient devenus très irréguliers, la couche se rétrécissait, l'eau venait modérément d'abord, plus abondamment ensuite, et à la fin la venue était telle que toute résistance devint impossible; il fallut abandonner les travaux qui, en quelques jours, furent complètement inondés.

Les travaux se trouvaient alors à proximité du déversoir, sous la route; les coupes établies plus tard à l'aide de renseignements reproduits ci-dessus, montraient que l'on était près de la couche de calcaire qui s'étend sous le sol, rencontrée par la galerie et par les puits, et que là était la cause de l'inondation.

La profondeur des travaux sous le niveau de la Sambre n'était pas évaluée à moins de 60 mètres.

Depuis lors M. Briart a étudié cette région et est arrivé aux mêmes conclusions concernant la présence du calcaire; les résultats de cette étude sont publiés dans les annales de la *Société géologique de Belgique*, tome XXI, page 35 des Mémoires.

Vers 1855-1860, la Société avait fait commencer un travail de creusement d'un puits indiqué sous le n° VI du plan, le long de la route de Marchiennes à Beaumont, à environ cent mètres au midi du massif du Calcaire carbonifère; arrivé à une profondeur d'environ 40 mètres, il rencontra du calcaire mélangé d'argiles et de minerai de fer, le tout tellement aquifère que le puits dut être abandonné. Ce puits était comblé depuis longtemps lors de notre arrivée à Montigny et il ne nous a pas été possible de recueillir des renseignements plus précis.

Un autre puits, creusé en 1877, de l'autre côté de la route, au point marqué VII, a atteint la profondeur de 40 à 50 mètres sans sortir des schistes de Famenne; il avait été abandonné à cause des difficultés que présentait l'enfoncement par treuil à cette profondeur, où l'eau commençait à venir assez abondamment pour gêner le travail.

De son côté, la Société des charbonnages de St-Martin avait fait établir un sondage dans le massif calcaire le long du sentier descendant de la route de Beaumont vers la Sambre à la Jambe de Bois; ce sondage rencontra de l'eau, mais dans des circonstances et à un niveau sur lesquels nous n'avons pu obtenir de renseignements précis; ce

travail était d'ailleurs abandonné depuis quelques années ; il n'était pas sorti du calcaire, bien que poussé à une profondeur d'environ 200 mètres. Nous ne citons ce fait qu'à titre de simple renseignement et pour mémoire. L'emplacement du sondage est marqué VIII sur le plan.

Avant de quitter Forte-Taille, nous rapporterons encore deux faits qui ne concernent pas le calcaire, mais n'en démontrent pas moins que l'eau descend facilement dans les roches dures.

L'exploitation de cette concession se fait actuellement par le puits marqué n° IX sur le plan, le long du chemin de Montigny-le-Tilleul à la station de Bomerée ; ce puits s'enfonce d'abord dans le schiste houiller parfaitement sec ; vers la profondeur de 60 mètres se rencontre du psammite houiller très fissile : l'épaisseur des feuilletts varie de un à dix millimètres ; vient ensuite un grès très dur ; l'ensemble de ces roches incline de 20 à 25° au midi ; l'abondance des eaux y a été telle qu'il fallut établir une machine d'épuisement pour pouvoir continuer le creusement du puits destiné à l'extraction et à l'épuisement. Un second puits fut creusé à environ 20 mètres au nord du précédent, et destiné à établir l'aérage des travaux ; arrivé aux roches dont il est question ci-dessus, le travail dut être abandonné à cause de l'abondance des eaux, et repris en sous-œuvre au moyen d'un nouveau établi dans le premier puits à la profondeur de 100 mètres ; par ce moyen le travail put être mené à bonne fin, mais à mesure que l'on approchait du niveau où le puits avait été abandonné par en haut, la venue d'eau augmentait et, à la fin, c'était dans le puits une véritable cataracte.

Passé le niveau de 60 mètres, les roches s'infléchissent par en bas et se mettent en dressant presque vertical, et le puits se creuse dans les grès durs sur une grande profondeur.

Une nouvelle inflexion reporte l'inclinaison au nord sous un angle de 15 à 20° avec l'horizon. Dans ce trajet inférieur, le puits rencontre des schistes et des passages de couches de houille ; l'une de celles-ci est coupée vers le milieu du puits par une faille plongeant au nord sous un angle de 50 à 60° avec l'horizon ; l'amplitude du rejet est assez considérable, car la couche ne reparait pas dans le puits. Cette cassure ne donne pas d'eau ; à la profondeur où elle est rencontrée, elle est à une assez grande distance du grès.

Plus bas, vers la profondeur de 390 mètres on rencontre une roche quartzeuse de nature particulière, formée de grès blancs ou grisâtres, alternant avec deux bandes irrégulièrement stratifiées, bréchiformes, à fragments très anguleux, de grosseur variable de un à quatre ou cinq millimètres, avec fragments plus rares, ayant jusque 15 et 20 millimètres ; c'est du quartz blanc ou blanc bleuâtre, du phtanite

noir ou brunâtre d'aspect corné, de la sidérose noire ou gris noirâtre, compacte, des fragments noirs, brillants, ressemblant à du quartzite. On y rencontre aussi de nombreux fragments de houille, quelquefois assez volumineux. Cette roche empâte sur ses deux faces de nombreux fragments de plantes houillères, dont la surface est constituée par une pellicule de charbon et dont l'intérieur est du mélange ci-dessus. Cette roche renferme aussi des nodules de pyrite; l'aspect du contact de cette roche avec la couche sous-jacente, sur laquelle devaient se trouver les plantes empâtées, rappelle celui d'une masse plastique qui se serait déplacée, aspect qui pourrait cependant s'expliquer par la présence et la disposition des nombreuses feuilles végétales. A différents niveaux dans cette roche en haut et en bas, mais pas dans la partie moyenne des bancs, on rencontre des rognons de sidérose brune, de formes variées, disposés par lits et empâtés dans la roche bréchiforme.

Lorsque le premier banc de grès blanc fut atteint, il en jaillit de l'eau sous une très forte pression, et l'eau n'a pas cessé d'en sortir par la suite.

Vers la profondeur de 400 mètres un bouveau d'environ 15 mètres fut creusé vers le nord, et de ce point, le creusement fut repris par un puits de deux mètres de diamètre; ce puits rencontra, à environ 40 mètres sous le bouveau, si nos souvenirs sont précis, une cassure de terrain en plein schiste massif; elle incline au nord, mais se rapproche fortement de la verticale. Cette cassure, à peine visible d'abord, donna assez d'eau pour gêner considérablement les travaux; la partie du puits où elle se trouve fut maçonnée, mais sans succès, l'eau continua à affluer. Cette cassure est vraisemblablement en rapport avec la roche précédente dont elle est peu éloignée, comme on peut en juger d'après les indications ci-dessus.

Ce qui précède est suffisant, pensons-nous, pour donner une idée de l'influence que le calcaire et l'eau ont exercée sur les destinées de la concession de Forte-Taille.

Nous nous sommes adressé à M. Smeysters, ingénieur en chef, directeur des mines à Charleroi, pour savoir s'il avait connaissance, dans son district, de travaux ayant touché le calcaire. Voici la lettre qu'il nous a adressée.

Charleroi, le 30 avril 1894.

« MON CHER BLANCHART,

» Les calcaires ont toujours été considérés comme des roches aquifères à cause des failles qui les affectent, des vides qu'ils renferment et de l'imperfection habituelle des contacts de leurs bancs, livrant souvent

passage à l'eau. Les exploitations d'oligiste à Vedrin et à Sclaigheaux sont venues maintes fois atteindre le calcaire et chaque fois ce percement a amené une veine d'eau telle que certains quartiers ont dû être abandonnés.

» Il n'y a pas d'exemple, ici du moins, d'un percement à niveau des eaux du calcaire carbonifère; seulement, un bouveau au charbonnage d'Ormont, dirigé vers le midi dans une zone inexplorée, a rencontré de l'eau.

» J'avais prescrit au préalable l'exécution de trous de sonde et je m'en suis bien trouvé. Comme ces recherches se font sous le calcaire, ce dernier peut être rencontré à tout instant après la traversée d'une faille; il était donc prudent de se prémunir contre la rencontre éventuelle des eaux par des roches ou des failles aquifères, fréquentes dans la région midi du bassin de Charleroi.

» J'ignore le cas de Flémalle dont tu m'entretiens. »

Inutile d'insister sur cette lettre; elle est très explicite tant par les inondations signalées à Vedrin et à Sclaigheaux que par les mesures de prudence jugées indispensables lorsque la présence du calcaire est soupçonnée.

Le cas de Flémalle auquel il est fait allusion dans cette lettre, se rapporte à un puits du charbonnage d'Yvoz envahi par des eaux venues du calcaire.

Lorsque nous étions à l'université de Liège, nous avons remarqué, près de Flémalle, dans l'angle formé par les deux branches du chemin de fer du Nord, l'une se dirigeant vers les Guillemins, l'autre vers Longdoz, un charbonnage abandonné mais dont les bâtiments et la charpente supportant les molettes étaient encore intacts. Ce puits était inondé, ses travaux avaient touché le calcaire : voilà ce que nous en savions. Ce souvenir nous est revenu en mémoire à l'occasion d'une des discussions au sein de la section d'hydrologie, où nous avons signalé le fait. Nous nous souvenons avoir lu un exposé des circonstances qui ont donné lieu à l'accident, mais nous n'avons pu retrouver cet exposé; nous nous sommes alors adressé à l'un de nos amis, directeur d'une exploitation houillère voisine de la concession d'Yvoz, et voici les renseignements qu'il a pu nous envoyer :

Jemeppe, le 22 mai 1894.

« MON CHER BLANCHART,

» Excuse moi d'avoir tardé à répondre à ta lettre.

» Je n'ai pu voir qu'hier le directeur de Marihay, voici comment l'inondation du siège à Yvoz s'est faite.

» Un travail de reconnaissance se faisait à proximité d'une faille, on sondait et un trou de sonde est allé atteindre le calcaire de Flémalle (calcaire inférieur) qui, à cause de la faille, avait été amené en face du trou de sonde. La faille doit être la faille de Seraing.

» Le trou de sonde n'a pu être *rebroqué* (terme de charbonnage : mettre une broche) et comme la mine avait des moyens d'épuisement insuffisants, elle a été yée et abandonnée. »

Si l'on jette les yeux sur la carte géologique de cette région, l'on voit qu'une bande de calcaire carbonifère s'avance d'Engis par Chokier et vient se terminer à la station de Flémalle entre deux zones de terrain houiller, toutes deux exploitées. La carte des mines pour la province de Liège et plus particulièrement une coupe publiée par M. Van Scherpenzeel-Thim dans les *Annales de la Société géologique de Belgique*, tome II, année 1875, et passant précisément par la concession d'Yvoz, montrent le calcaire carbonifère relevé de 1200 à 1300 mètres par la branche principale de la faille de Seraing, vers le nord de la concession. Le calcaire, relevé en même temps que les couches houillères du nord, plonge presque verticalement. Il en résulte que, au nord de la faille, ce sont les couches tout à fait inférieures du terrain houiller qui sont en affleurement, tandis que, au sud de cette faille, dans la concession d'Yvoz, ce sont les couches de la série moyenne du bassin.

Les exploitants se doutaient cependant que le calcaire était proche puisqu'ils marchaient en sondant en avant ; d'ailleurs l'affleurement du calcaire à Flémalle était là pour les avertir. La venue d'eau a dû être assez violente puisqu'il n'ait pas été possible de fermer le trou de sonde, de l'*abroquer* (mettre une broche) comme disent les houilleurs. La faille a certainement dû faciliter l'afflux de l'eau, elle n'a cependant pas produit cet effet désastreux dans les autres exploitations situées plus à l'est, à proximité de la concession d'Yvoz, dont les travaux l'ont reconnue et traversée, mais en plein terrain houiller.

Nous avons trouvé un autre fait intéressant à signaler, dans le *Bulletin de la Société de l'Industrie minière de Saint-Étienne*, tome XII, année 1883, dans un article intitulé : *Découverte de la Houille dans*

les environs de Valenciennes; nous y lisons les lignes suivantes extraites de *l'Histoire des mines de houille du nord de la France*, par M. Édouard Grar :

La Compagnie de Mortagne avait ouvert onze puits. L'ingénieur Martho, dans un rapport du 28 mars 1787, dit que dans trois des fosses dont il vient d'être parlé, on a reconnu de petites veines; dans une quatrième, « une roche étrangère connue sous le nom de *Canestel*, » dont les eaux ont non seulement submergé la fosse, mais même » rejailli au jour, et étaient sulfureuses comme celles de Saint-Amand ». Il conclut de ces faits : « que le terrain brouillé reconnu aux trois » premières fosses est un cran qui interrompt la marche des veines du » Vieux-Condé; que ces veines se détournent soit au sud, soit au » nord ». Les découvertes de Vicoigne, en 1839, sont venues confirmer ces prévisions.

La roche étrangère dont il est ici question, le *Canestel*, n'est autre que le calcaire; il est encore désigné sous ce nom dans le pays.

Dans la citation ci-dessus, il est dit que les eaux qui jaillirent du calcaire étaient sulfureuses, comme celles de Saint-Amand; nous allons voir par une citation, empruntée aux *Leçons sur les nappes aquifères du nord de la France, professées par M. J. Gosselet à la Faculté des sciences de Lille en 1886-1887*, que ces eaux ont bien la même origine.

Les citations suivantes sont prises dans les extraits des leçons ci-dessus, publiés dans le *Bulletin de la Société belge de Géologie et d'Hydrologie*, tome II, ann. 1888.

Nappes aquifères dans les terrains en couches inclinées.

Eaux artésiennes.

« A Lille, sous la craie qui fournit l'eau, se rencontre un calcaire dur qui appartient au terrain carbonifère et contient encore de l'eau.

» Le premier sondage qui ait pénétré dans ce calcaire est celui de la brasserie Vandamme, rue du Gros-Gérard, foré en 1838. L'année suivante on en fit un dans la blanchisserie de M^{me} veuve Sebly, cour du Beau-Bouquet. La source jaillit à 2 mètres au-dessus du sol. On en eût presque en même temps à l'Hospice Général, à l'Esplanade et à l'Hôpital Militaire; partout l'eau fut jaillissante. A l'Esplanade et à l'Hôpital Militaire, on la rencontre à 107 et à 108 mètres de profondeur.

» A l'Hôpital elle a jailli à 2 mètres au-dessus du sol.

» Mais si ces puits ont été couronnés de succès, d'autres ont complètement échoué.

» Un des exemples les plus curieux de la disposition, en apparence bizarre, de cette nappe aquifère vient de se passer à Lille.

» On avait fait, il y a quelques années, un puits qui avait atteint le calcaire carbonifère à 120 mètres de profondeur et l'on avait obtenu de l'eau. L'an passé on a voulu faire un second puits à 100 mètres de distance du premier. On recoupa les mêmes terrains ; on alla jusqu'à 180 mètres sans rencontrer d'eau. Pourquoi le succès dans le premier cas et l'insuccès dans le second ?

» On a fait, en 1838, un sondage à Crèvecœur près de Cambrai, pour chercher le charbon. On pénètre à 123 mètres dans le calcaire carbonifère ; l'eau jaillit immédiatement. A 131 mètres, elle vient avec une telle violence qu'il faut interrompre les travaux, fort heureusement pour la Société, qui aurait pu percer beaucoup plus loin sans jamais rencontrer la houille.

» Ce résultat décide le propriétaire du château de Révelan, situé aussi à Crèvecœur, à faire un sondage pour avoir l'eau jaillissante dans sa propriété. A 123 mètres de profondeur, il rencontre le calcaire dur, mais pas d'eau. Il va jusqu'à 137 mètres ; pas une goutte d'eau. »

Pour expliquer ces anomalies, voici ce que dit M. Gosselet.

« Le calcaire carbonifère, dur et compacte comme le marbre, est imperméable ; mais entre les bancs calcaires, il y a souvent de petites couches schisteuses perméables. Il y a aussi des fissures verticales qui divisent le calcaire et qui fournissent passage à des veines d'eau abondantes ; enfin on y rencontre des cavités qui peuvent être des réservoirs considérables. Il en existe dans tous les terrains calcaires, même dans la craie ; le calcaire carbonifère ne fait pas exception sous ce rapport. La position des cavités et des fissures est tout à fait accidentelle : rien ne peut les faire prévoir. Quant aux nappes régulières, elles sont, comme celles de la craie, parallèles aux couches. Celles-ci étant inclinées, les nappes aquifères sont aussi inclinées. Voilà ce qui explique bien des anomalies apparentes et ce qu'il faut se rappeler quand on fait un forage dans des terrains primaires. »

Et après quelques considérations sur les roches primaires, M. Gosselet conclut ainsi :

« Ainsi les terrains primaires contiennent généralement de l'eau (il s'agit de Lille) :

- 1^o Dans une zone superficielle correspondant à la craie fendillée ;
- 2^o Dans les couches perméables régulières, dont l'allure peut être déterminée quand on connaît l'inclinaison des strates ;
- 3^o Dans des fissures, des crevasses, des cavernes, dont la position est incertaine. »

- Dans une autre leçon il dit encore :

« *Nappes dans les terrains primaires.* — En 1789, on entreprit de rechercher la houille sur le plateau de Lesquin : on creusa un puits qui fut arrêté à une faible profondeur. Pourquoi ? je n'en sais rien. En 1857, on reprit ce puits et l'on tomba, à 70 mètres de profondeur, sur une roche dure, le Calcaire carbonifère. Dès que l'on y eut pénétré, l'eau vint en abondance, en montant à 20 mètres en contrebas du sol. On établit une machine qui extrayait 8480 mètres cubes par jour sans pouvoir épuiser le trou, qui fut abandonné.

» Quant aux nappes aquifères proprement dites, c'est-à-dire aux nappes aquifères parallèles aux couches, elles sont trop peu connues pour être distinguées. Il suffit de signaler les assises de calcaire dolomitique qui sont généralement criblées de cavités et qui constituent des réservoirs aquifères. Certains sondages à Roubaix trouvent de l'eau dans la dolomie carbonifère ; un autre à Neuville en Forain, dans la dolomie frasnienne.

» Un sondage profond a été fait au nord de Guise par M. Godin, directeur du familistère. Son ouverture, située dans la craie à *Micraster breviporus*, est à 27 mètres au-dessus du niveau de la mer. Comme il était fait dans l'intention de trouver du charbon, on a négligé de déterminer les venues d'eau qui se produisaient à chaque étage. Après avoir traversé 147 mètres de terrain crétacé, on a rencontré de l'argile, probablement oxfordienne. A 224 mètres, dans le calcaire blanc oolithique, l'eau a jailli au-dessus du niveau du sol ; elle était retenue dans le calcaire blanc bathonien, par les marnes et le calcaire marneux du *Fuller's Earth*.

» *Eaux minéralisées.*

» *Eaux sulfureuses.* — L'origine des eaux minérales de Saint-Amand est un problème géologique qui suscite plusieurs hypothèses.

» Le sondage du Clos, situé à Saint-Amand, à trois kilomètres de la fontaine Bouillon, a donné la solution du problème. Après avoir traversé le sable, l'argile, la craie et le tourtia, on a atteint vers 120 mètres le calcaire carbonifère. L'eau sulfureuse a jailli alors en quantité. Plusieurs autres sondages, faits aux environs de Saint-Amand et de Marchiennes, ont donné de l'eau sulfureuse dans les mêmes conditions. On doit donc admettre que l'eau sulfureuse de Saint-Amand provient du Calcaire carbonifère.

» La source sulfureuse de Meurchin fut découverte en 1865. On

creusait une fosse pour l'extraction de la houille ; à 240 mètres de profondeur, on établit une galerie horizontale, qui ne tarda pas à rencontrer un calcaire que l'on prit pour le Calcaire carbonifère ; aussitôt jaillit une source d'eau chaude et sulfureuse ; on parvint à la boucher et l'on continua le travail ; une autre source bien plus abondante se déclara. Il sortait jusqu'à 20 000 hectolitres par jour ; il fallut abandonner le puits.

» A 140 mètres de profondeur cette eau a une température de 40° C. »

M. Gosselet laisse entendre que cette eau sulfureuse thermale pourrait provenir de l'ampélite et que les calcaires rencontrés pourraient bien n'être que des bancs de calcaire à crinoïde que l'on rencontre quelquefois au-dessus de la zone houillère inférieure à *Productus carbonarius*.

Enfin nous citerons encore un extrait d'une publication de MM. Briart et Cornet :

SUR LE RELIEF DU SOL EN BELGIQUE APRÈS LES TEMPS PALÉOZOÏQUES, *Annales de la Société géologique de Belgique*, tome IV, année 1877, page 79.

« Plus tard, en 1842 ou 1843, la Société du Nord du bois de Boussu, voulant établir un nouveau siège d'extraction, fit entreprendre le creusement d'un puits à peu de distance à l'ouest du ravin de Hanneton et au nord de l'affleurement de calcaire. Ce puits, désigné sous le n° 10 et le nom d'Avant-Garde, rencontra :

1° Terrain crétacé	16 m.
2° Schiste bleu ardoisé, satiné, divisible en feuillets imparfaits	37 m.
3° Poudingue formé de galets souvent volumineux, de quartz blanc, de quartzites divers et de grès gris, réunis en une masse cohérente par un ciment siliceux. On y trouve des bancs de psammites	17 m.
4° Schiste gris, un peu pailleté, souvent calcaireux, avec des bancs minces et des noyaux de calcaire.	17 m.
5° Calcaire bleu avec quelques bancs de calschiste	27 m.
	114 m.

» La venue d'eau affluant par les fissures du calcaire était devenue très considérable lorsqu'on atteignit cette profondeur de 114 mètres. Le creusement du puits fut suspendu et l'exploration, continuée par sondage, fut poussée jusqu'à 170 mètres sans atteindre la base du calcaire. »

Les faits rapportés ci-dessus ont trait plus particulièrement aux charbonnages. Le suivant se rapporte aux mines métalliques.

Les gisements de minerais de fer qui entourent le massif du Canigou, Pyrénées Orientales, se trouvent dans les terrains de transition; ce sont des filons ou amas de contact entre schistes et calcaires. Ces schistes sont absolument secs, bien que, au contact de l'air, ils se transforment très rapidement en argile, ce qui occasionne de grandes difficultés de soutènement des galeries. Or chaque fois qu'une de ces galeries à travers bancs rencontrait un banc de calcaire, minéralisé ou non, c'était, à coup sûr, de l'eau en plus ou moins grande abondance suivant l'allure de la galerie et du calcaire par rapport à la montagne. L'humidité n'a jamais manqué de se manifester dans ces calcaires, malgré la grande sécheresse, l'aridité du sol et l'absence de ruisseau dans les environs.

Nous avons constaté le cas dans toutes les mines de la région que nous avons exploitées ou que nous avons eu l'occasion d'explorer.

Citons encore, pour terminer cette revue, le cas des mines de phosphate de Cacérès, en Estramadure.

Les phosphorites de Cacérès se trouvent dans un massif de calcaire devonien de 6 à 7 kilomètres de longueur et de largeur variable, atteignant 1000 à 1800 mètres; le massif est dirigé du nord au sud et les gisements de phosphorites sont concentrés le long de la limite ouest, dans une zone de deux à trois cents mètres d'étendue. Le calcaire, le long de cette limite, est en stratification concordante avec les schistes de transition; il incline à l'est sous un angle de 60 à 70°, inclinaison qui diminue en s'avancant vers l'est.

Les phosphorites sont en amas ou en filons de direction générale nord-est-sud-ouest. Ces filons ne se prolongent pas dans les schistes.

Le calcaire est très fissuré et éminemment perméable à l'eau.

A l'époque où nous avons visité ces exploitations, on établissait un puits d'épuisement destiné à démerger la concession *Abundancia* dont l'exploitation, arrivée à 80 mètres, ne pouvait plus maîtriser les venues d'eau; c'était un ruisseau qui sortait de là; les concessionnaires, pour se débarrasser des eaux d'épuisement, avaient dû établir une rigole cimentée qui les transportait au loin; l'eau déversée sur le sol, rentrait aussitôt dans la mine.

Dans cette mine, comme dans tout le Calérizo d'ailleurs, l'abondance des eaux est une des plus grandes difficultés, et les frais d'épuisement doublent le prix de revient du minerai.

A la mine *Labrodora* l'abondance des eaux avait occasionné la suspension des travaux, à la profondeur de 33 mètres.

Dans la concession *San Eugénio*, puits principal creusé à 24 mètres de profondeur; travaux envahis par les eaux.

Concession *San Salvador*, travaux à 16 mètres de profondeur,

abandonnés à cause des venues d'eau. Une excavation de 15 mètres de profondeur, au fond de laquelle le minerai avait deux mètres d'épaisseur, était abandonnée parce que l'eau affluait en trop grande abondance.

A la mine *Esméralda* il existe des masses importantes de minerai exploitées par plusieurs galeries inondées au moment de notre passage.

A la mine *Eloïsa*, où existent de grandes excavations, l'afflux d'eau était de 4 mètres cubes à l'heure; un puits a 32 mètres de profondeur; tout cela est devenu un réservoir d'eau.

Nous pourrions multiplier les citations.

Il est à noter que le Calérizo, le massif calcaire de Cacérès, est particulièrement aride : il est complètement nu, il n'existe pas un ruisseau; il se trouve sur un plateau un peu élevé où prennent naissance plusieurs arroyos peu importants et presque toujours sans eaux.

Nous avons pu réunir ces quelques faits sans grandes recherches et nous sommes persuadé qu'il ne faudrait pas se livrer à un grand travail pour en rencontrer de plus nombreux et de plus intéressants. Ceux que nous avons exposés suffisent, nous semble-t-il, pour justifier la crainte que ces calcaires inspirent aux mineurs, c'est là notre point de départ.

Quant aux déductions que l'on en peut tirer au point de vue de la discussion engagée au sein de la Société, nous ne nous en sommes pas préoccupé; nous nous sommes efforcé d'exposer les faits tels que nous les avons rencontrés.

Nous ferons cependant remarquer que les différents cas relevés ci-dessus peuvent se diviser en deux groupes : l'un se rapportant aux roches gisant dans leur ordre de superposition normal, en stratification concordante, l'autre se rapportant aux roches mises en contact accidentel ou anormal par des failles de rupture ou de glissement. Les sondages, forages ou puits signalés à Lille, Roubaix, Crèvecœur, Guise, Saint-Amand, Bois de Boussu, appartiendraient au premier groupe.

Les circonstances qui accompagnent les dispositions du second groupe semblent devoir favoriser les afflux d'eau car elles ont dû disloquer et fissurer davantage les roches calcaires, et les failles, dans ces conditions, facilitent généralement le drainage de ces fissures vers les points où un écoulement leur est offert.

C'est presque toujours le cas dans les travaux de charbonnages et de mines métalliques, et l'on sait, dans ces derniers surtout, combien y est souvent considérable l'abondance des eaux et les moyens puissants qu'il faut mettre en jeu pour les extraire, heureux encore quand on ne réalise pas en grand le tonneau des Danaïdes.

ESSAI DE SYNCHRONISME

DES

COUCHES MAASTRICHTIENNES ET SÉNONIENNES DE BELGIQUE.

du Limbourg hollandais et des environs d'Aix-la-Chapelle

PAR

A. Rutot

Conservateur au Musée Royal d'Histoire naturelle de Belgique.

INTRODUCTION

Depuis plusieurs années je m'occupe de la mise en ordre des collections de fossiles du Crétacé de Belgique rassemblées au Musée royal d'Histoire Naturelle de Bruxelles.

J'ai le plaisir d'annoncer à mes confrères que le classement stratigraphique détaillé des séries de fossiles est terminé, que les séries sont elles-mêmes zoologiquement subdivisées et que le travail de détermination, pour ce qui concerne les Mollusques proprement dits, est déjà largement entamé.

D'autre part, grâce à diverses acquisitions, et notamment celle de la collection de feu J. Bosquet, les fossiles de la région crétacée du Limbourg hollandais touchant à nos frontières sont parfaitement représentés dans les collections du Musée, de sorte que nous sommes en possession de très importants matériaux d'étude, nous permettant de pouvoir nous former une idée déjà très intéressante de la faune des mollusques de nos régions, pendant l'époque crétacée.

La mise en ordre de toutes ces séries de fossiles d'après leur niveau stratigraphique a naturellement éveillé en moi l'idée de l'établissement du synchronisme des couches dans les différentes régions crétacées du pays, et le maniement des formes appartenant à chaque niveau m'a permis de faire des comparaisons paléontologiques, en même temps que j'effectuais la révision des données stratigraphiques.

J'ai pu ainsi voir s'affirmer successivement les synchronismes de

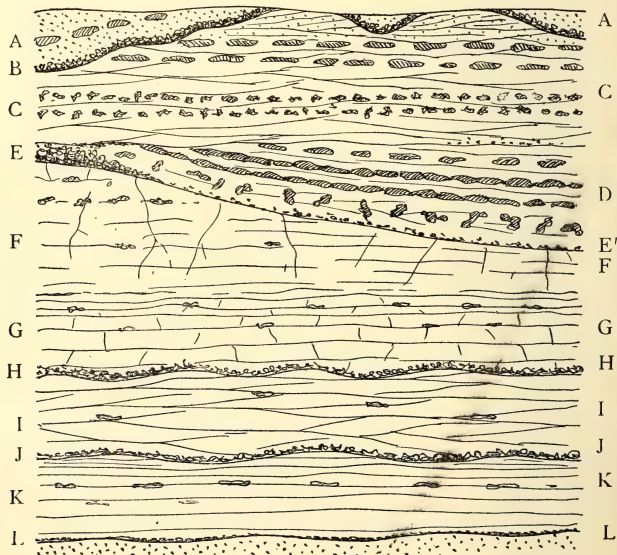
bassin à bassin et j'ai cru le moment arrivé de condenser les principales données acquises sur les couches maastrichtiennes et sénoniennes de manière à pouvoir terminer ce travail par un tableau indiquant les synchronismes qui paraissent s'imposer définitivement entre les couches maastrichtiennes et sénoniennes des bassins de la Haine (Mons), de la Petite Geete et de la Méhaigne (Wansin, Orp, Folx-lez Caves, Séron, Meeffe), du Geer (Roclenge, Glons, etc.), de la rive gauche de la Meuse (Maastricht, Heure-le-Romain, Petit-Lanaye) et de la rive droite de la Meuse (Herve, Slenaken, Vaals, Aix-la-Chapelle).

Passons en revue les superpositions constatées dans chacune de ces différentes régions :

BASSIN DE LA HAINE

L'accord s'est complètement établi, parmi les géologues belges, pour admettre, dans les couches maastrichtiennes et sénoniennes du Bassin de la Haine, les superpositions suivantes dont le diagramme ci-après indique la disposition :

Coupe diagrammatique des couches maastrichtiennes et sénoniennes du Bassin de la Haine, aux environs de Mons.



- A. Tufeau grossier, plus ou moins caverneux, avec lits durcis, et banc de gros silex bruns grossiers; renfermant en abondance *Thecidium papillatum* et *Belemnitella mucronata*.
- B. Gravier formé de nodules phosphatés roulés et très nombreux fossiles empâtés dans du tufeau formant ciment. — Ravinement.
- C. Masse de craie grossière constituée, au sommet, par de la craie grossière plus ou moins glauconifère, avec *Thecidium papillatum* et nombreux fossiles, et plus bas par une craie grossière renfermant une proportion variable de grains de phosphate de chaux (10 à 30 %), avec très nombreux fossiles: mosasauriens, tortues, poissons, mollusques, polypiers, etc. Quelques silex irréguliers gris-brunâtres, épars, ou alignés, surtout vers le haut, et bancs de petits silex très irréguliers dans la masse. — Exploitée pour phosphate de chaux.
- D. La craie phosphatée C passe ordinairement insensiblement par le bas et par suppression progressive des grains phosphatés, à une masse de craie blanche, grossière, peu fossilifère, renfermant de nombreux bancs subcontinus de silex gris. Cependant en certains points, des indices de ravinement et de gravier existent entre les deux couches.
- E. La craie D n'existe pas partout sous l'étendue de la craie phosphatée C. Lorsque la craie D fait défaut, elle est remplacée par un lit épais de nodules roulés phosphatés formant gravier et ravinant la craie sous-jacente.
- E'. Lorsque la craie D existe, sa base est encore nettement indiquée par une ligne de ravinement, avec nodules roulés formant gravier, mais d'épaisseur faible et beaucoup moins considérable que celle du facies E.
- F. Craie très blanche, très fine, douce au toucher, avec rares silex noirs et renfermant de nombreux *Magas pumilus*.
- G. Cette craie passe insensiblement par le bas à une craie très blanche, mais plus dure, moins traçante, parfois traversée de lits plus ou moins réguliers de silex noirs à pâte très fine, à cassure translucide. Fossiles assez rares, sauf vers la base.
- H. Conglomérat constitué par des fragments de craie plus ou moins durcie, par des nodules phosphatés et, en quelques points (Obourg), par une énorme quantité de *Belemnitella mucronata* brisées, plus ou moins roulées et autres fossiles.
- I. Craie blanche, assez semblable à la craie G décrite ci-dessus, avec *Belemnitella quadrata*, *Belemnitella vera* et *Belemnitella mucronata*. Fossiles généralement rares.
- J. Lit de nodules roulés, de fragments de craie, spongiaires et autres fossiles, notamment *Belemnitella quadrata* et beaucoup plus rarement *Belemnitella mucronata*.
- K. Craie blanche sans silex vers le haut, grisâtre, avec silex irréguliers et zonés, marneuse vers le bas, avec quelques grains de glauconie. Fossiles très rares, sauf les spongiaires. — Fragments de bois ligneux.
- L. Ravinement marqué par un lit de petits amas de glauconie.

Sur notre proposition, cet ensemble de couches a été classé par le service de la Carte géologique de la manière suivante, les mêmes lettres représentant les mêmes couches que dans la coupe ci-dessus.

ÉTAGE MAASTRICHTIEN.

- A. Tufeau de Saint-Symphorien (ou tufeau inférieur de Ciply).
- B. Poudingue de la Malogne.

ÉTAGE SÉNONIEN.

Assise de Spiennes, à Trigonosemus.

- C. Craie glauconifère, à Thécidées et craie brune phosphatée.
- D. Craie de Spiennes.
- E. Poudingue de Cuesmes.
- E' Base graveleuse de la craie de Spiennes.

Assise de Nouvelles.

- F. Craie de Nouvelles à *Magas pumilus*.
- G. Craie d'Obourg.
- H. Conglomérat à *Belemnitella mucronata*.

Assise de Herve, à Belemnitella quadrata.

- I. Craie de Trivières — *Belemnitella quadrata* et *Belemnitella mucronata* mélangées avec *Belemnitella vera*.
- J. Gravier de fragments de craie durcie, avec *Belemnitella mucronata* et *quadrata*.

Assise d'Aix-la-Chapelle.

- K. Craie de Saint-Vaast.
- L. Base glauconieuse de la craie de Saint-Vaast.

Donnons quelques renseignements stratigraphiques et fauniques sur chacune de ces couches :

MAASTRICHTIEN.

Tufeau de Saint-Symphorien.

Jusque dans ces derniers temps, le tufeau de Saint-Symphorien avait été confondu et compris dans la masse d'un tufeau largement développé dans les environs de Mons et bien connu sous le nom de *Tufeau de Ciply*.

Or, M. Van den Broeck et moi avons reconnu qu'il existe, dans la masse appelée *Tufeau de Ciply*, une distinction très importante et que nous avons mise en lumière (1).

(1) Voir : Note sur la division du Tufeau de Ciply en deux termes stratigraphiques distincts. — Observations sur le Poudingue de Cuesmes et Nouvelles recherches dans la craie blanche du Hainaut. (Ann. de la Soc. géol. de Belg. Liège, T. XII, 1884-85. Séance du 19 juillet 1885.) — Sur l'âge tertiaire de la masse principale du Tufeau de Ciply. (Ann. Soc. géol. de Belg. T. XIII, 1885-86, Mém. pp. 2-13.) Résultats de

Nous avons montré, avec toutes preuves à l'appui, que les neuf dixièmes de la masse visible du tufeau de Ciply doivent être rattachés au calcaire grossier de Mons de MM. Cornet et Briart, tandis que le dixième restant est nettement d'âge crétacé et doit être stratigraphiquement et paléontologiquement séparé de la grande masse du tufeau de Ciply.

La faune de la minime partie crétacée avait été attribuée à la masse entière, d'où le classement de tout le tufeau de Ciply dans le Crétacé.

Or, depuis plusieurs années, les énormes fouilles nécessitées par l'exploitation de la craie phosphatée m'ont permis de recueillir de très nombreux fossiles dans le gravier de base du vrai tufeau de Ciply, en des points où ce gravier repose sur le tufeau de Saint-Symphorien, à Ciply même, et la détermination de tous ces fossiles, effectuée récemment, m'a montré que la faune du gravier de base du tufeau de Ciply, comme celle du tufeau lui-même, est essentiellement montienne et n'a aucun rapport avec la faune crétacée renfermée dans le tufeau de Saint-Symphorien sous-jacent.

Quant à l'appréciation de l'âge même de la faune du tufeau de Ciply, je suis absolument d'avis de la ranger dans le Tertiaire, attendu que, sauf la faune des Bryozoaires et autres animaux inférieurs, la grande série des mollusques : céphalopodes, gastropodes et lamellibranches, ne renferme aucun genre caractérisant le Crétacé.

C'est ainsi qu'il n'y existe ni Bélemnite, ni Ammonite, ni Scaphite, ni Hamite, ni Baculite, etc., parmi les céphalopodes, mais simplement des Nautilus; que les trochidæ, pleurotomaridæ, rostellaridæ, etc., qui abondent dans le Crétacé y sont rares et qu'enfin les rudistes : (Hippurites, Requienia, Caprotina), les Inocérames, etc., y font totalement défaut. Il en est de même pour les Brachiopodes (Terebratula, Rhynchonella, Crania, Terebratella, etc.).

La faune montienne (calcaire grossier de Mons et tufeau de Ciply) a donc un caractère essentiellement tertiaire.

Ce fait bien établi, la *faune pure* du tufeau de Saint-Symphorien, que nous avons recueillie, avec M. Van den Broeck, principalement à

nouvelles recherches relatives à la fixation de l'âge de la masse principale du Tufeau de Ciply (Ann. Soc. géol. de Belg. T. XIII, Mém., pp. 94-98.) La tranchée de Hainin. (Ann. Soc. géol. de Belg. T. XIII, P. V., pp. 126-132.) — Sur les relations stratigraphiques du Tufeau de Ciply avec le calcaire de Cuesmes à grands cérithes. (Ann. Soc. géol. de Belg. T. XIII, Mém., pp. 99-124.) — La géologie de Mesvin-Ciply. (Ann. Soc. géol. de Belg. T. XIII, Mém., pp. 197-259.) — La géologie des territoires de Spiennes, Saint-Symphorien et Havré. (Ann. Soc. géol. de Belg. T. XIII, Mém., pp. 306-335.)

la Malogne (Ciply), dans l'une des exploitations de M. Passelecq, se compose des éléments suivants :

Belemnitella mucronata. Schl.

Nautilus Lehardyi. Bink.

— (forme globuleuse).

Baculites Faujasi. Lmk.

Un dentale strié (*Dentalium alternans*, Müll.) ?

Pyrgopolon Mosæ. Bronn.

Deux E narginules non encore déterminées.

Plusieurs *Solariella*, sp. nov.

Astralium, sp. nov.

Opercule de *Neritopsis*.

Scalaria Duchasteli, Nyst.

Deux scalaires, sp. nov.

Cerithium ?

Turritella ou *Cerithopsis* ? sp. nov.

Lispodesthes, sp ?

Columbellaria, sp ?

Triton, sp. nov.

Cinulia, sp.

Ostrea vesicularis.

O. larva.

O. lunata, et autres *Ostrea*.

Spondylus, sp.

Lima, sp.

Avicula cærulescens. Nilss.

Pecten pulchellus, et autres espèces.

Janira quadricostata. Sow.

Gervillia, sp.

Inoceramus, *Arca*, *Pectunculus*, *Trigonia*, *Cardita*, *Caspa*, *Cardium*, *Astarte*, *Cytherea*, *Pholadomya*, etc., à déterminer.

Terebratula carnea. Sow.

Thecidium papillatum. Schl.

Crania Ignabergensis. Retz.

Rhynchonella, *Terebratella*, etc., à déterminer.

Aucune de ces formes ne m'a paru exister dans le tufeau de Ciply, sauf *Thecidium papillatum*, mais avec cette restriction importante que la rareté et l'aspect roulé des échantillons autorisent à admettre que cette espèce est simplement remaniée du tufeau de Saint-Symphorien, où elle abonde, et qu'elle n'a jamais vécu dans le tufeau de Ciply.

Poudingue de la Malogne.

La faune plus ou moins pure du poudingue de la Malogne est connue depuis longtemps et elle n'a pas peu contribué à faire admettre l'âge crétacé de la masse entière du tufeau de Ciply, attendu qu'on croyait que le poudingue de la Malogne en constituait le gravier de base. Or, le poudingue de la Malogne ne constitue que la base du tufeau de Saint-Symphorien, la masse principale du tufeau de Ciply, d'âge montien, c'est-à-dire tertiaire, possédant son poudingue de base propre à faune montienne.

La faune du poudingue de la Malogne est riche, mais elle est composée de deux éléments complètement différents : l'un propre au poudingue, l'autre complètement étranger au poudingue et remanié aux couches sous-jacentes.

Heureusement, ces deux éléments sont très aisément discernables : l'élément propre est constitué par des fossiles souvent bien conservés, possédant ordinairement leur test et parfaitement déterminables ; l'élément remanié se présente au contraire sous forme de nodules durs, plus ou moins roulés, affectant la forme de moules intérieurs de Céphalopodes, de Gastropodes, de Lamellibranches et de Brachiopodes.

Ces fossiles ne possédant pas de test et ne laissant pas d'empreintes externes dans le terrain, sont presque toujours spécifiquement indéterminables.

Cette distinction effectuée, voici d'une manière générale les formes que nous avons reconnu exister dans la *faune pure* du poudingue de la Malogne.

Belemnitella mucronata. Schl.

Pas de gastropodes.

Beaucoup d'Ostrea, Spondyles, Pecten, Limes, Modioles, etc.

Beaucoup de Brachiopodes : Terebratulines, Terebratulines, Terebratella et Rhynchonella.

Je pourrais citer des noms d'espèces, mais le travail de vérification n'ayant encore pu être fait, je préfère momentanément m'abstenir.

ÉTAGE SÉNONIEN.

ASSISE DE SPIENNES A TRIGONOSEMUS.

Craie brune phosphatée.

Nous avons vu que ce terme de la sous-assise de Spiennes est constitué par deux facies : l'un supérieur, l'autre inférieur.

Le facies supérieur, épais de 3 à 4 mètres au maximum comprend une

craie grossière, presque un tufeau, peu chargé de grains de phosphate de chaux, mais parfois très chargé de grains de glauconie, ce qui donne alors à la couche une teinte verte prononcée.

Dans son état normal ce terme supérieur est fossilifère, il renferme les espèces ordinaires de la craie phosphatée proprement dite sous-jacente, plus *Thecidium papillatum* in-situ.

Au passage des deux facies, il y a parfois un véritable lit de grands Inocérames entiers et bivalves compris entre deux bancs de silex. (Usine de Belian, à Mesvin-Ciply.)

Le facies inférieur, ou craie brune phosphatée exploitée, peut avoir jusque 15 mètres de puissance, elle est représentée par deux facies, l'un sous forme de craie à grains *bruns* de phosphate, type de Ciply (sud et sud-est de Mons), l'autre sous forme de craie à grains *verts* de phosphate, type de Saint-Symphorien et d'Havré (est de Mons). Le facies à grains bruns de Ciply renferme la riche faune de vertébrés et de mollusques bien connue, qui se rencontre en de si nombreux et de si magnifiques échantillons au S.-E. de Mons (Ciply, Spiennes, etc.).

A voir le nombre des espèces citées, on pourrait croire que l'on possède là véritablement toute la faune des mollusques de l'époque et, cependant, il n'en est rien.

En une certaine condition particulière, le facies supérieur peu phosphaté ou le sommet de la craie exploitée fournissent d'énormes quantités de fossiles n'ayant jamais figuré sur les listes publiées.

Si l'on examine, en effet, ces listes, on reconnaît que l'on n'est en présence que de certaines catégories d'espèces et que ce sont presque exclusivement les genres dont le test se conserve facilement qui composent les éléments de la faune publiée.

Parmi les Gastropodes, *Scalaria* est à peu près seul cité comme forme spécifique déterminable.

Parmi les Lamellibranches, nous voyons figurer les Pecten, Lima, Spondyles, Inocérames, Avicules, Ostrea et Rudistes, mais pas les Nucules, les Pétoncles, Cardium, Cardita, etc., etc. Ensuite viennent de très nombreux Brachiopodes et des Échinodermes, largement représentés.

Il est, ainsi que nous l'avons dit plus haut, une circonstance spéciale où toutes les formes : Céphalopodes, Gastropodes et Lamellibranches à test mal conservable, apparaissent.

On sait, en effet, que, généralement, lorsqu'une couche crayeuse a été ravinée par un étage crayeux ou tufacé supérieur, il se forme sous le gravier de base du terme supérieur, un lit généralement peu épais (0,30 à 1^m), plus ou moins consolidé et parfois extraordinairement durci.

C'est dans ces bancs durcis que se révèlent souvent les faunes inconnues.

Sous le gravier de base du tufeau de Ciply ou sous celui du tufeau de Saint-Symphorien, le sommet de la craie phosphatée est souvent plus ou moins durci et deux points, dont l'un est malheureusement inabordable (Spiennes, Trou de Souris) et l'autre ne l'est plus guère (Exploitation de phosphate de chaux de M. Solvay, Usine de Spiennes (Malplaquet), m'ont fourni une magnifique récolte de Céphalopodes, de Gastropodes et de Lamellibranches.

Toutefois, dans ces gîtes, les tests ont complètement disparu; il ne reste que des empreintes extérieures accompagnées de moules intérieurs.

Le fossile lui-même a eu le temps de disparaître, mais le durcissement de la masse, arrivé suffisamment tôt, a empêché la *trace* de s'effacer, tandis que dans la roche restée plus ou moins meuble, toute trace a complètement disparu.

Voici quelques détails sur la nouvelle faune.

Les Céphalopodes sont abondants et tout spécialement le *Nautilus Lehardyi*, Binkh., qui se rencontre en exemplaires à peu près complets de toute taille.

Voici une liste provisoire des Céphalopodes recueillis :

<i>Nautilus vastus</i> , Kner.	<i>Baculites Faujasi</i> , Lamk.
— <i>Lehardyi</i> , Binkh.	— (de très grande taille).
— <i>sublœvigatus</i> , d'Orb.	<i>Ammonites colligatus</i> , Binkh.
— sp.	<i>Ammonites</i> , sp.
— sp.	<i>Scaphites constrictus</i> ? d'Orb.
<i>Ryncholites</i> .	<i>Belemnitella mucronata</i> , Schl.

Les gastropodes sont extrêmement abondants, malheureusement, s'ils sont nombreux comme individus, le nombre d'espèces est encore assez restreint.

Une forme de *Solariella*, ayant quelque analogie avec *Solariella rimosa*, Binkh., du Maastrichtien de Maastricht et représentée par quatre ou cinq variétés, se rencontre par centaines d'échantillons.

Un *Eutrochus* est également abondant.

Voici un aperçu de la faune des Gastropodes :

<i>Emarginula conica</i> , Binkh.	<i>Eutrochus</i> , deux espèces.
<i>Pleurotomaria</i> , sp.	<i>Astrarium</i> , sp.
— sp.	<i>Scalaria Duchasteli</i> , Nyst.
<i>Margarita</i> , sp.	<i>Turritella</i> , une espèce striée,
<i>Solariella</i> , trois espèces.	assez abondante.

<i>Natica</i> , sp.	<i>Pyropsis fusiformis</i> , Binkh.
<i>Cerithium</i> , sp.	<i>Tudicla planissima</i> , Binkh.
<i>Lispodesthes</i> ? sp.	<i>Cinulia</i> , deux espèces.
<i>Hippochrenes</i> , sp.	<i>Acteonella</i> , sp.
<i>Fusus planus</i> ? Kaunh.	

La plupart de ces espèces sont nouvelles; d'autres, incomplètement conservées, sont provisoirement indéterminables. J'espère, au moyen de nouvelles recherches, arriver à trouver des échantillons satisfaisants de ces formes douteuses.

Les Lamellibranches sont également très nombreux et intéressants.

Poudingue de Cuesmes.

Ce poudingue ne renferme pour ainsi dire pas de faune propre.

La plupart des nodules phosphatés qui constituent ce lit sont des fossiles, mais tous ont été évidemment remaniés de couches crayeuses sous-jacentes et notamment de la craie de Nouvelles.

Ces fossiles, qui sont uniquement constitués par des moules internes durcis, dépourvus d'empreintes externes, appartiennent à des Céphalopodes, Gastropodes, Lamellibranches et Brachiopodes variés, dont quelques-uns seront sans doute susceptibles de détermination.

Ajoutons que les nodules formant le poudingue de Cuesmes sont criblés de trous de lithophages.

Le poudingue de Cuesmes, qui formait, vers Cuesmes, des amas épais d'un mètre, a totalement disparu de nos jours, enlevé complètement par l'exploitation des phosphates.

Craie de Spiennes.

Je n'ai pas encore rencontré de bon gîte fossilifère de Craie de Spiennes. Jusqu'ici la faune connue est très restreinte. Le Musée Royal d'Histoire Naturelle possède, grâce à l'acquisition de la collection de feu F.-L. Cornet, toutes les formes qui y ont été rencontrées jusqu'ici; ce sont :

<i>Belemnitella mucronata</i> , Schl.	<i>Pecten serratus</i> ? Nilss.
<i>Ammonites</i> , sp.?	<i>Vola striato costata</i> , Goldf.
<i>Baculites</i> , sp.?	<i>Lima semisulcata</i> , Desh.
<i>Inoceramus Cripsii</i> ? Mant.	— sp.?
<i>Pecten campaniensis</i> , d'Orb.	<i>Avicula</i> , sp.
— <i>spathulatus</i> , Roem.	<i>Ostrea vesicularis</i> , Lmk.
— <i>pulchellus</i> , Nilss.	— <i>semit plana</i> , Sow.

<i>Ostrea hippopodium</i> , Nilss.	<i>Ostrea</i> sp.?
— <i>lateralis</i> , Nilss.	<i>Terebratula carnea</i> , Sow.
— <i>larva</i> , Lmk.	<i>Rynchonella plicatilis</i> . Sow.
— sp.?	<i>Trigonosemus</i> , plusieurs espèces.

Lit graveleux base de la Craie de Spiennes.

Ce lit graveleux ne renferme que quelques moules intérieurs remaniés aux couches inférieures ; il est actuellement bien visible dans la tranchée ouest de la grande exploitation de craie des Marnières d'Harmignies.

ASSISE DE NOUVELLES.

Craie de Nouvelles à *Magas pumilus*.

Les listes publiées jusqu'ici n'indiquent pas une faune plus riche que celle de la Craie de Spiennes.

Il n'en est rien cependant. Grâce à mes recherches dans un banc durci situé sous le gravier de base du tufeau de Saint-Symphorien près du croisement de la route de Mons à Bavay et du chemin de Frameries, à l'extrémité S.-E. du territoire de Cuesmes, j'ai pu déjà réunir une remarquable faunule de Gastropodes et de Lamellibranches, représentés par des empreintes d'une grande netteté, avec leur moule intérieur.

Le niveau est parfaitement indiqué par la présence abondante du *Magas pumilus*.

Voici une idée de la faune recueillie jusqu'ici et que nous espérons pouvoir compléter :

Les Céphalopodes ont fourni *Belemnitella mucronata*, *Scaphites*, *Baculites* et *Nautilus*.

Les Gastropodes sont représentés par les genres : *Dentalium*, *Pleurotomaria*, *Margarita*, *Solariella* (plusieurs espèces), *Eutrochus*, *Astrarium*, *Mesostoma*, *Cerithium*, *Cerithopsis*, *Turritella*, *Fasciolaria*?, *Volutilithes*?, *Cinulia*?

Les Lamellibranches ont fourni les genres : *Fistulana*, *Gastrochæna*, *Corbula*?, *Neaera* (*N. Caudata*, Müll.), *Mactra*?, *Liopistha*, *Tellina*?, *Tapes*?, *Cytherea*, *Cardium*, *Lucina*, *Gyropleura* (*G. laevis* Holz et deux autres espèces), *Venericardia*, *Astarte* (*A. similis* Munst.); *Leda* (*L. producta*? Müll.), *Arca* (plusieurs espèces), *Limopsis*, *Cardium*, *Corbis*, *Modiola* (plusieurs espèces), *Inoceramus* (*I. Cripsii*? Mant.), *Avicula*, *Pecten* (*P. Mantelli* d'Orb., *P. cretosus*, Def., *P. spathulatus* Roem., *P. laminosus*, Mant.), *Vola* (*V.*

striato costata Goldf.); *Lima* (*L. Marrotiana* d'Orb., *L. decussata* Münst.), *Limea*, *Spondylus* (*S. spinosus* Sov., *S. Dutempleanus*, d'Orb.), *Anomia*, *Ostrea* (*O. vesicularis* Lamk., *O. hippopodium*, Nilss., *O. semiplana*, Sow., etc.).

Les Brachiopodes sont assez nombreux, mais peu variés, on rencontre notamment *Magas pumilus*, *Terebratula carnea*, d'autres Térébratules, quelques Rhynchonelles, Megerleia et *Fissurirostra elegans* très rare.

Les formes sont généralement de petite taille.

Les Spongiaires sont très abondants dans le banc durci; l'un surtout est très caractéristique. Il consiste en une sphère à surface irrégulière et mamelonnée, portée par un pédoncule, et dont l'extérieur est garni de longs spicules divergents, de 2 à 3 centimètres de longueur.

Souvent, au centre du spongiaire, on trouve un Lithodome, dont il existe deux espèces bien distinctes.

Craie d'Obourg.

Il paraît certain que la craie de Nouvelles passe insensiblement à la craie d'Obourg, ces deux craies formant un même ensemble stratigraphique, dont la partie supérieure serait caractérisée par la présence de *Magas pumilus*.

Le Musée possède une très jolie faune de la craie d'Obourg, dont les principaux matériaux proviennent de la collection de F. L. Cornet et de mes recherches personnelles récentes.

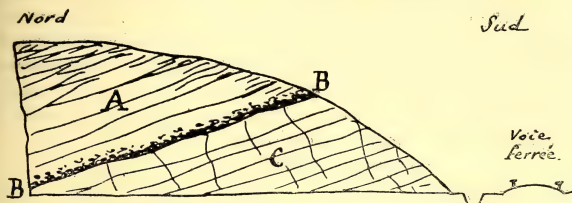
F. L. Cornet a eu la bonne fortune de voir creuser la tranchée d'Harmignies (chemin de fer de Mons à Charleroi).

Cette tranchée est très importante, attendu qu'on y avait pu observer le contact de la craie d'Obourg sur la craie de Trivières; mais comme à l'époque à laquelle l'observation a été faite, la craie de Trivières était confondue avec celle d'Obourg, on n'a pas accordé à ce contact l'importance qu'il mérite.

Pendant longtemps, malgré mes efforts, je n'ai pu parvenir à rafraîchir d'une manière satisfaisante les talus de la tranchée d'Harmignies au point où le contact était visible, mais dans ces dernières années l'industrie est venue à notre aide.

La Société des ciments de Niel on Rupel est en effet venue fonder une immense exploitation de craie dans la partie est de la tranchée d'Harmignies et j'ai été récemment assez heureux de retrouver le long de la paroi terminale est, le contact parfaitement découvert et accessible.

Le talus, de 5 à 6 mètres de hauteur, a la direction N.-S. et on y observe la coupe ci-après :



- A. Craie d'Obourg, blanche, pure, un peu marneuse, peu fossilifère.
 B. Lit graveleux de nodules roulés et durcis, base de la craie d'Obourg. La craie qui accompagne et qui surmonte immédiatement le lit de nodules est durcie et renferme quantité de fossiles (empreintes avec moules internes) d'une magnifique conservation. Ces fossiles sont des Céphalopodes, des Gastropodes, des Lamellibranches et des Brachiopodes dont nous essaierons de donner une idée ci-dessous.
 C. Craie de Trivières, blanche, pure, en gros bancs, très peu fossilifère, avec *Belemnitella mucronata*, *B. quadrata* et *B. vera*.
 Le contact est incliné du sud vers le nord de 18° environ.

C'est donc la base de la craie d'Obourg qui a fourni à Cornet les assez nombreux fossiles de la tranchée d'Harmignies qui figuraient dans sa collection.

C'est le point dont je viens de donner la coupe, qui m'a aussi fourni bon nombre de matériaux recueillis par moi *in-situ*.

La base de la craie d'Obourg a pu être également très bien observée près d'Obourg, dans la carrière de craie au nord de la gare et dans la tranchée du nouveau canal du centre, à l'est de la gare. En ces deux points, la base de la craie d'Obourg est également constituée par un lit de nodules, mais avec ces nodules, il existe une accumulation extraordinaire de *Belemnitella mucronata* généralement brisées, mais en bon état de conservation. Au-dessus et dans le lit de nodules, se trouvent également des fossiles (gastropodes et lamellibranches) assez nombreux.

La base de la craie d'Obourg repose sur la craie de Trivières, ravinée et durcie au sommet.

Enfin, un contact est aussi parfois visible au fond de l'exploitation de craie d'Obourg située au nord de la gare d'Harmignies.

Ce que l'on connaît jusqu'ici de la faune de la craie d'Obourg a été recueilli en trois points principaux : 1° lors du creusement de la

tranchée d'Harmignies (collection Cornet); 1^{bis} dans la partie de la tranchée d'Harmignies exploitée actuellement par la Cie de Niel on Rupel, à la base de la craie d'Obourg (mes recherches personnelles); 2^o à la base de la craie d'Obourg, dans la tranchée du canal du Centre (recherches personnelles); 3^o au fond de l'exploitation de craie actuellement abandonnée et comblée, située à l'extrémité S.-E. de Cuesmes, à proximité de l'escarpement boisé qui a fourni la faune de la craie de Nouvelles signalée ci-dessus (collection Cornet). Quelques fossiles ont également été recueillis à Obourg et à Ciply.

Voici une idée de la faune des mollusques :

<i>Belemnitella mucronata</i> , Schl.	<i>Arca</i> (plusieurs espèces).
<i>Aptychus crassus</i> , Hébert.	<i>Inoceramus Cuvieri</i> , Goldf.
<i>Nautilus</i> , sp?	<i>Inoceramus</i> .
<i>Hamites simplex?</i> d'Orb.	<i>Avicula</i> .
<i>Baculites</i> .	<i>Pecten cretosus</i> , DeFr.
<i>Scaphites</i> .	— <i>Mantelli</i> , d'Orb.
<i>Dentalium nutans</i> , Kner.	<i>Vola substriato-costata</i> , d'Orb.
<i>Emarginula</i> .	<i>Lima Marrotiana</i> , d'Orb.
<i>Pleurotomaria</i> (plus. espèces).	— <i>decussata</i> , Münt.
<i>Solariella</i> (plusieurs espèces).	— <i>Hoperi</i> , Desh.
<i>Eunema</i> .	<i>Limea circularis?</i> Holz.
<i>Margarita</i> .	<i>Spondylus spinosus</i> , d'Orb.
<i>Cerithium</i> .	— <i>Dutempleanus</i> , d'Orb.
<i>Volutilithes semilineata</i> , Goldf.	<i>Ostrea vesicularis</i> , Link.
<i>Cinulia</i> .	— <i>hippopodium</i> , Miln.
<i>Cardium</i> , sp. nov.	— <i>lateralis</i> , Nilss.
<i>Crenella?</i>	— <i>semitiplana</i> , Sow.
<i>Nucula tenera?</i> Müll.	— <i>curvirostris?</i> Nilss.
<i>Leda</i> .	

et plusieurs autres *Ostrea* probablement nouvelles.

Brachiopodes et Echinides assez nombreux.

Je continue activement mes recherches de fossiles; il n'est pas douteux que cette liste s'allongera considérablement dans peu de temps.

ASSISE DE HERVE.

Craie de Trivières.

Cette craie, dont MM. Cornet et Briart faisaient primitivement la partie inférieure de la craie d'Obourg, a été érigée depuis lors en terme indépendant par les mêmes auteurs.

Elle est, en effet, très nettement limitée stratigraphiquement, en haut, par le gravier base de la craie d'Obourg, en bas, par un lit graveleux avec ravinement (J de la coupe), très bien observable dans une exploitation de craie située à l'est de la gare de Frameries.

La faunule recueillie jusqu'ici dans la craie de Trivières serait peu intéressante et différerait peu de celle de la craie d'Obourg, sans l'apparition de la *Belemnitella quadrata* et d'une autre : *Belemnitella (Actinocamax) vera*, associées à la *Belemnitella mucronata*.

ASSISE D'AIX LA CHAPELLE.

Craie de S. Vaast.

La craie de S. Vaast est également très bien délimitée : en haut par le gravier, base de la craie de Trivières, en bas, par le lit de glauconie grossière, accentuant un ravinement (L de la coupe).

La faune connue jusqu'ici est très pauvre, elle ne renferme pas — jusqu'à preuve du contraire — de Bélemnites.

J'y ai reconnu : *Pecten cretosus*, Deifr., *Inoceramus Cuvieri* ? Goldf, *Ostrea semiplana* Goldf, *Ostrea hippopodium* Nilss, une *Rhynchonella* et d'assez nombreux spongiaires et fragments de bois ligneux percés de tarêts.

* * *

En 1890-91, lorsque le Conseil de Direction de la Carte géologique publiée à l'échelle du 1/40 000 s'est réuni pour établir la légende, un membre a proposé de rattacher au Sénonien les trois termes stratigraphiques qui suivent immédiatement la craie de St-Vaast et qui sont connus sous les noms donnés par les mineurs : *Gris, Rabots et Fortes toises*, noms qui ont été adoptés par les géologues belges, comme équivalents des noms respectifs de : Craie de Maizières, Silex de St-Denis, Marnes grises et bleues à concrétions siliceuses, bien que ces couches aient toujours été considérées jusqu'alors comme turoniennes.

L'auteur de la proposition s'appuyait sur ce que la faune de ces trois termes ne diffère pas sensiblement de celle des craies sus-jacentes.

Cette nouvelle manière de voir n'ayant pas soulevé d'objections sérieuses, elle fut adoptée et l'étage sénonien fut divisé en deux sous-étages, le supérieur, ou sous-étage campanien, comprenant toutes les craies comprises entre la craie phosphatée et la craie de St-Vaast, inclusivement ; l'inférieure ou sous-étage nervien, comprenant les Gris, les Rabots et les Fortes-toises.

Depuis cette décision, j'ai eu l'occasion d'examiner de plus près la faune du sous-étage nervien et je dois avouer que j'y trouve de très sérieux arguments pour en revenir à l'ancienne manière de voir, consistant à considérer ces termes comme turoniens.

En effet, je remarque que *Terebratulina gracilis* — ainsi que cela avait déjà été signalé — apparaît dès le Gris ou craie de Maizières ; elle figure dans la collection F. L. Cornet et elle y a été retrouvée par M. Purves.

Or, *Terebratulina gracilis* est une forme très caractéristique, inconnue dans nos craies blanches et citée à tort dans les listes des craies du Limbourg, ainsi que je m'en suis assuré.

Au contraire, cette forme caractérise précisément une assise du Hainaut laissée dans le Turonien : les *Marnes à Terebratulina gracilis* ou *Dièves*.

Du reste, il y a plus.

Parmi les nombreux fossiles de la craie de Maizières recueillis par M. Purves, j'ai retiré un grand fragment de Pecten, très bien conservé et que je ne puis rapporter qu'à *Pecten asper*, qui se trouve en abondance plus bas, dans le Cénomaniens.

Ce fossile, dont le nom ne figurait pas jusqu'ici sur la liste de la craie de Maizières, tendrait donc à abaisser le niveau de cette couche et à la séparer d'autant plus nettement du Sénonien.

Enfin, bien qu'il y ait un certain nombre de formes connues entre le Nervien et le Sénonien proprement dit, on remarque des différences sensibles parmi les Pecten, les Ostrea, les Echinides, etc.

Je crois donc, et MM. Briart et Forir sont de mon avis, qu'il y a lieu de revenir sur la classification de la légende de la Carte et de remplacer le Nervien au sommet du Turonien. Le Conseil de Direction de la Carte a admis récemment cette manière de voir.

En conséquence, l'étage turonien pourrait être subdivisé en deux sous-étages : le supérieur, qui prendrait tout naturellement le nom de sous-étage nervien et comprenant les Gris, les Rabots et les Fortes toises ; l'inférieur, restant à nommer et comprenant : la *Marne à Terebratulina gracilis* (Dièves), les argiles bleues ou vertes à *Inoceramus labiatus* et *Belemnites plenus*.

Cette subdivision est rationnelle, attendu que les deux parties peuvent exister séparément.

Au moins sur une certaine étendue, au nord du Bassin de Mons (vallée de Maizières, Bracquegnies, par exemple), le Nervien seul existe, et il repose directement sur les sables et les argiles du Wealdien, par l'intermédiaire d'un lit de gravier de fragments de phanite noir roulés.

Enfin, ajoutons que dans le Limbourg et dans le Brabant, il n'existe pas de couches plus anciennes que la craie de Saint-Vaast; c'est à partir du dépôt de cette craie que le mouvement d'envahissement de la Moyenne et d'une partie de la Haute Belgique s'est produit; c'est donc là un fait stratigraphique important qui vient s'ajouter aux faits paléontologiques déjà signalés ci-dessus pour limiter la base du Sénonien à la craie de Saint-Vaast dans le Hainaut et aux sables et argiles d'Aix-la-Chapelle dans le Bassin Liégeois-Limbourgeois.

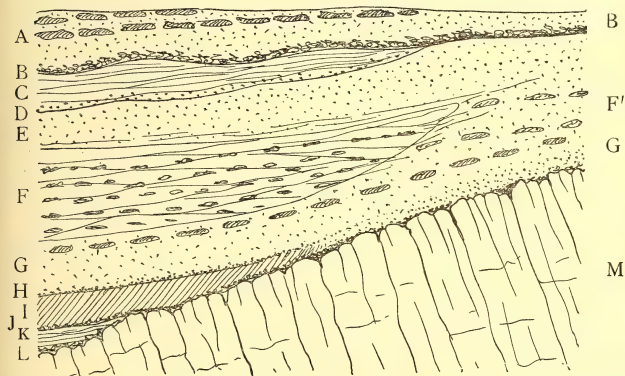
*
* *

Telles sont les données que je crois utile de fournir pour le moment; elles suffiront pour la discussion du synchronisme des couches.

BASSINS DE LA PETITE GEETE ET DE LA MEHAIGNE.

Dans deux travaux faits en collaboration avec M. Van den Broeck (1), nous avons exposé la géologie détaillée des Bassins de la Petite Geete et de la Méhaigne.

Les observations peuvent se résumer dans le diagramme suivant :



(1) *Observations nouvelles sur le Crétacé supérieur de la Hesbaye et sur les facies peu connus qu'il présente*, par A. Rutot et E. Van den Broeck. 1^{re} partie : *Étude sur le massif crétacé du sud de la Vallée de la Méhaigne* (sur l'âge du grès de Séron. — Exploration de la région crétacée comprise entre Fumal et Hemptinne). — *Constitution géologique du territoire situé le long de la rive nord de la Méhaigne*, Ann. Soc. géologique de Belgique, t. XIII, 1885-86. — 2^e partie : *Étude sur le massif crétacé de la Vallée de la Petite Geete et de ses affluents*. Bull. Soc. belge de Géol., t. I, 1887.

- A. Tufeau jaune ou calcaire grossier, avec bancs tabulaires, subcontinus de silex gris, *Thecidium papillatum* et *Belemnitella mucronata*.
- B. Gravier de silex et roches primaires diverses, avec *Thecidium papillatum*.
- C. Craie grossière, sableuse, souvent irrégulièrement stratifiée; avec *B. mucronata*.
- D. Lit de nodules phosphatés, roulés.
- E. Craie grossière, sableuse, avec *B. mucronata*.
- F. Craie blanche, fine, traçante, sans silex vers le haut, avec silex vers le bas. *Magas pumilus* dans la masse ainsi que *Belemnitella mucronata*.
- F'. Masse sableuse plus ou moins calcaire avec silex grossiers ou bancs de grès dur et *B. mucronata* (Folx-les-Caves, Séron, etc.).
- G. Sable calcaireux plus ou moins glauconifère.
- H. Gravier ou zone graveleuse plus ou moins accentuée.
- I. Sable calcaireux glauconifère avec concrétions gréseuses et fossiles. (*Belemnitella mucronata* et *B. quadrata*.)
- J. Gravier de roches primaires roulées.
- ? K. Sable glauconifère avec grès et fossiles.
- ? L. Gravier de roches primaires.
- M. Terrain primaire.

D'après les données paléontologiques très rudimentaires mais suffisantes qui viennent d'être fournies et les preuves plus détaillées qui ont été exposées dans nos travaux relatifs à la géologie des vallées de la Méhaigne et de la Grande-Geete, nous pouvons classer les couches ci-dessus énumérées de la manière suivante :

ÉTAGE MAASTRICHTIEN

- A. Tufeau à silex gris.
- B. Gravier de base.

ÉTAGE SÉNONIEN

Assise de Spiennes.

- C. Craie grossière, sableuse.
- D. Lit de nodules roulés.

Assise de Nouvelles.

- E. Craie grossière, sableuse.
- F. Craie blanche, fine, traçante, avec silex noir à *Magas pumilus*.
- F'. Facies arénacé de la craie blanche avec bancs de grès dur.
- G. Sable calcaireux, plus ou moins glauconifère.
- H. Lit de gravier ou zone graveleuse plus ou moins accentuée.

Assise de Herve.

- I. Sable calcaireux, glauconifère, avec concrétions gréseuses et mélange de *Belemnitella mucronata* et de *Belemnitella quadrata*.
- J. Gravier de roches primaires.

Assise d'Aix-la-Chapelle.

? K. Sable glauconifère avec grès fossilifères.

? L. Gravier de base.

REMARQUES.

Ici tout le Crétacé est réduit aux couches qui viennent d'être énumérées; elles appartiennent toutes au Maastrichtien et au Sénonien proprement dit. Si le Nervien du Hainaut devait se rattacher au Sénonien, ces couches feraient donc ici complètement défaut; mais nous avons vu que cette idée est abandonnée.

Le Maastrichtien est peu développé; son maximum d'épaisseur ne dépasse pas cinq mètres.

Cet étage ne possède pas une faune riche, mais il renferme en abondance *Belemnitella mucronata*, *Pecten pulchellus*, *Terebratula carnea* et *Thecidium papillatum*. (Coupes de Wansin, Jandrain. Folx-les-Caves.)

L'Assise de Spiennes n'est guère représentée que par une couche d'un mètre d'épaisseur, très peu fossilifère, ayant à sa base un lit de nodules roulés ne constituant pas une ligne de ravinement bien définie. C'est plutôt une zone graveleuse, formant toutefois une bonne ligne de séparation. (Coupes d'Orp-le-Grand, d'Orp-le-Petit, de Wansin et de Jandrain.)

La craie phosphatée du Hainaut manque ici complètement et toute l'assise de Spiennes semble représentée par la craie sableuse dont il vient d'être question.

Il est à supposer que, primitivement, le dépôt a dû être sensiblement plus épais, mais il a été probablement énergiquement dénudé et raviné lors de l'arrivée de la mer maastrichtienne,

En bon nombre de points, la craie grossière, représentant l'horizon de Spiennes, est durcie sous le contact du gravier maastrichtien.

L'Assise de Nouvelles se laisse aisément diviser en deux parties d'inégale épaisseur: une supérieure, composée normalement de craie blanche, fine, traçante, sans silex vers le haut (2 mètres minimum), avec silex noir vers le bas (10 mètres environ); une inférieure, de quelques mètres d'épaisseur seulement, glauconifère et un peu marneuse, avec un lit graveleux, plus ou moins bien accentué à la base.

Magas pumilus se rencontre assez abondamment dans la partie crayeuse supérieure, avec ou sans silex; il ne semble pas exister dans la partie glauconifère inférieure dont, du reste, on ignore la faune.

Les deux parties reconnues dans l'Assise de Nouvelles semblent donc concorder parfaitement avec ce qui se passe dans le Hainaut, la

supérieure, formée de craie blanche avec ou sans silex, à *Magas pumilus*, correspondant à la craie de Nouvelles, l'inférieure, glauconifère, terminée par un lit graveleux, correspondant à la craie d'Obourg.

Ce facies normal est visible vers Orp-le-Grand, Wansin, Jandrain (Bassin de la Petite-Geete), ainsi qu'à Avennes, Lamontzée et environs (Bassin de la Méhaigne).

Le facies glauconifère de la craie d'Obourg avec son lit graveleux de base est visible dans la coupe du Moulin de Velu-Pont (sud d'Avesnes) au bord de la Méhaigne; on l'observe, reposant sur l'assise de Herve.

On remarquera, à ce sujet, que j'ai varié sur l'interprétation de cette coupe de Velu-Pont, avec celle donnée dans le travail déjà cité.

Méconnaissant la valeur du lit graveleux qui se voit nettement dans la coupe et que, du reste, nous n'avions pas rencontré ailleurs, nous avons considéré toute la masse glauconifère comme appartenant à l'assise de Herve. C'est ce qui se passe dans le Limbourg qui m'a ouvert les yeux et m'a engagé à donner au lit graveleux séparatif sa vraie valeur.

Latéralement, les couches crayeuses dont il vient d'être question passent au facies arénacé ou littoral, par introduction de plus en plus abondante de sable siliceux. Dans ce cas, au lieu de rognons de silex noir, il se forme dans la masse des bancs subcontinus de grès blanchâtre fossilifère, comme on peut l'observer à Folx-les-Caves et à Meeffe, ou des niveaux entièrement gréseux, comme à Séron.

L'**Assise de Herve** est généralement bien représentée dans le Bassin de la Méhaigne et elle est surtout fossilifère à Hosden (entre Fallais et Latinne) où se rencontre *Belemnitella mucronata* et *Belemnitella quadrata* ainsi que quantité d'Huîtres (*O. diluviana* et *armata*) et d'autres fossiles.

Dans cette région, l'assise de Herve, formée de couches glauconifères marno-calcareuses vers le haut, sableuses vers le bas, repose sur le Primaire et présente un gravier de roches primaires à sa base.

Dans la région de Folx-lez-Caves, le facies arénacé, déjà signalé pour l'assise de Nouvelles, persiste dans l'assise de Herve et — jusqu'à preuve du contraire — il semble que le passage des deux assises ait lieu insensiblement; un peu de glauconie venant se mélanger au sable.

La présence de très nombreux *Belemnitella quadrata*, qui avait tant intrigué les géologues il y a une trentaine d'années, dans le tufeau de Folx-les-Caves, considéré alors comme maastrichtien, permet seule de constater le changement d'âge.

Pour ce qui concerne la localité de Séron, je me vois obligé de

modifier également l'interprétation de la coupe que nous avons fournie, M. Van den Broeck et moi, dans notre travail intitulé : *Sur l'âge du grès de Séron*, publié en 1886 à la Société géologique de Belgique.

Voici la constitution de la coupe observée :

A. Limon quarternaire avec cailloux roulés à la base	0 ^m à 2 ^m
B. Sable gris glauconifère avec quelques linéoles argileuses	0 à 1. 30
B'. Lit de cailloux roulés dans du sable glauconifère.	0 à 0. 30
C. Amas de grès siliceux détritrique.	0 à 1 ^m
D. Grès siliceux, blanchâtre, gris jaunâtre ou rougi ; massif, mais très fendillé en plaquettes irrégulières. C'est le grès exploité pour les empierrements de routes. Il est fossilifère (<i>Belemnitella mucronata</i> , etc.)	0 à 4 ^m
E. Sable blanc, calcaireux, plus ou moins altéré et rougi, avec points noirs de glauconie. Lorsque l'altération n'est pas considérable, ce sable s'agglutine légèrement par le calcaire qu'il contient et ressemble alors à du calcaire grenu ou tuféau.	1 à 2 ^m
F. Le sable calcaireux E passe insensiblement, mais assez rapidement à un sable très vert, glauconifère, un peu argileux, avec parties calcaireuses	1 ^m
G. Ce sable passe lui-même vers le bas à un sable vert très grossier devenant bientôt graveleux, avec quelques cailloux roulés noirs épars, reposant sur un lit de grès glauconifère, graveleux, avec traces de fossiles	0. 50
H. Ce lit gréseux repose sur du sable noir, graveleux, glauconifère, avec parties calcaires, et en descendant il se charge de nouveau de gravier formant une ligne nette de ravinement	0. 25
I. Marre blanche, fossilifère vers le haut, passant vers le bas à un sable roux très fin ; le tout rempli de débris nacrés d' <i>Anomia</i> , de fragments de <i>Pecten</i> lisse et d' <i>Ostrea</i> et renfermant à plusieurs niveaux des bancs discontinus de grès glauconifère plus ou moins dur, silicifié au centre et renfermant des petits amas d'assez nombreuses empreintes de fossiles dont nous avons donné la liste d'après les déterminations de M. Pelseneer	1 ^m
J. Schiste primaire, visible sur	0. 10 à 0. 60

Je n'ai rien à changer à cette coupe qui reste parfaitement exacte, mais je crois devoir en modifier l'interprétation.

Laissant de côté les couches A (quaternaire), B et B' (landénien) et C (détritrique moderne), nous avons considéré à juste titre, le grès D et le sable calcaireux E comme les représentants arénacés de la craie blanche (assise de Nouvelles) (1), mais nous avons rapporté le sable

(1) La faune que j'ai recueillie jusqu'à présent dans le grès de Séron, D, est la suivante :

Belemnitella mucronata, Schl.
Aptychus crassus, Heb.
Inoceramus Cripsii, Munst.
Pecten trigeminatus, Goldf.
Vola striato-costata, Goldf.
Lima Marrotiana? d'Orb.

Ostrea lateralis, Nilss.
— *Goldfussi*? Hlz.
— *vesicularis*, Lamk.
Terebratula, sp.
Ananchytes ovata.

glauconifère F, le sable graveleux G et le lit gréseux et graveleux H à l'assise de Herve.

Cela étant, nous ne pouvions rapporter les couches I qu'à l'infra-hervien ou Aachenien, ce que nous avons fait.

Or, actuellement, les connaissances acquises dans le Limbourg et dans le Hainaut, et la revision des fossiles recueillis par nous dans le grès glauconifère de la couche I, nous engagent à faire rentrer dans l'assise de Nouvelles, comme représentant la craie d'Obourg (ainsi que nous venons de le faire pour la coupe de Velu-Pont), les couches glauconifères F, G et H.

S'il en est ainsi, c'est la couche I qui doit alors représenter l'assise de Herve et c'est ce que la revision des fossiles tend à prouver.

En effet, la liste dressée par M. Pelseneer, mise au courant des travaux de M. Holzapfel, devient la suivante :

<i>Dentalium alternans</i> , Müll.	<i>Pectunculus Genitzi</i> ? d'Orb.
<i>Turbo retifer</i> , Böhm.	<i>Cucullæa subglabra</i> , d'Orb.
<i>Turritella quadricincta</i> , Goldf.	<i>Trigonia Vaalsensis</i> , Böhm.
<i>Mesostoma Bosqueti</i> , Müll.	<i>Astase similis</i> , Münst.
<i>Eulima aquisgranensis</i> , Hlz.	<i>Crassatella arcacea</i> ? Münst.
<i>Cultrigera</i> ? <i>acuta</i> , Hlz.	<i>Lucina subnumismalis</i> , d'Orb.
<i>Ostrea hippopodium</i> , Nilss.	<i>Eriphyla lenticularis</i> , Goldf.
— — sp.	<i>Cardium Becksii</i> , Müll.
<i>Anomia</i> , sp.	<i>Cytherea ovalis</i> ? Sow.
<i>Lima oviformis</i> , Müll.	<i>Tapes faba</i> ? Sow.
<i>Pecten virgatus</i> , Nilss.	<i>Tellina costulata</i> , Goldf.
— <i>lævis</i> , Nilss.	<i>Corbula substriatula</i> , d'Orb.
<i>Vola quadricostata</i> , Sow.	— <i>Beisseli</i> , Hlz.
<i>Modiola fabacea</i> , Hlz.	

Bien que la faune de l'Aachenien actuellement connue soit loin d'être riche en espèces caractéristiques, la liste ci-dessus a un faciès tellement hervien pur que je crois bien faire en opérant la modification ci-dessus indiquée.

Cette modification admise, l'assise d'Aix-la-Chapelle devrait donc disparaître du tableau des couches si quelques obscurités ne se présentaient pas encore.

Ces obscurités se rencontrent au puits artésien d'Éghezée et à Loncée, près de Gembloux.

A Éghezée, la Société anonyme des Sucreries centrales de Wanze

(Huy) a fait creuser trois puits artésiens à la Râperie, près de la gare d'Éghezée (1).

Le premier de ces puits a rencontré, sous du Quaternaire et du Landenien (Éocène inférieur), du sable calcaireux glauconifère avec grès grossier caverneux, glauconifère et fossilifère terminé à la base par un lit graveleux, puis encore un sable glauconifère avec grès très fossilifère et gravier à la base, reposant sur le primaire.

Le second puits, sous le Quaternaire, est entré dans un tufeau blanc, calcaireux, qui est le représentant du grès de Séron; ce tufeau s'est montré un peu graveleux à la base, puis on est entré dans de l'argile gris verdâtre passant au sable glauconifère avec grès et gravier à la base, reposant encore sur du grès graveleux plus ou moins dur avec gravier à la base.

Enfin, le troisième puits, sous le Quaternaire, a rencontré encore le tufeau jaune représentant le grès de Séron, puis, sans qu'il paraisse y avoir eu trace de gravier, est entré dans de l'argile grise, calcaireuse, puis sableuse, dans laquelle le sondage s'est arrêté, l'ensemble des deux dernières couches n'ayant que 0,60 centimètres d'épaisseur. Dans le travail précité, j'ai attribué au Hervien les couches situées sous le grès de Séron et à l'infra-Hervien ou Aachenien, celles situées sous les précédentes.

Or, dans le premier puits, il semble qu'il y ait un indice de séparation graveleuse entre le grès de Séron et la première couche glauconifère; de plus, dans les deux autres puits, il vient, sous le grès de Séron, des couches à facies argileux, rappelant le Hervien.

Faut-il ranger les couches argileuses et glauconifères moyennes dans l'Assise de Nouvelles, comme nous l'avons fait pour les coupes de Séron et de Velu-Pont? c'est bien possible, d'autant plus que la faune rencontrée dans l'infra-Hervien du premier puits a un facies hervien.

Dans ce cas, l'infra-Hervien redeviendrait simplement hervien.

Mais comme il s'agit ici de matériaux recueillis par le sondeur dans les puits artésiens, et interprétés par des géologues, on conçoit qu'il reste un certain *alea* et que la question de la présence ou de l'absence de l'infra-Hervien ou Aachenien doive être laissée dans le doute.

Lonzée constitue aussi, comme nous l'avons dit ci-dessus, un point obscur.

(1) Pour les détails voir : *Matériaux pour servir à la connaissance de la géologie et de l'hydrologie souterraine de la Hesbaye*. — I^e partie, par A. RUTOT. (Bull. Soc. Belge de Géol., t. III, 1889. Mém. pp. 82-109.)

Ainsi qu'on le sait — voir par exemple ma note intitulée : *La géologie des environs de Loncée* (Bull. Soc. belge de Géol., t. I, 1887 P. V.) — la glauconie de Loncée est surmontée d'Éocène bruxellien et repose sur le Primaire. La position stratigraphique précise est donc chronologiquement indécise.

Heureusement, la couche renferme des fossiles vertébrés nombreux et un certain nombre de mollusques, qui sont :

<i>Belemnitella quadrata</i> , Blaim.	<i>Pecten spatulathus</i> ? Roem.
— <i>vera</i> , Sow.	<i>Vola quadricostata</i> , Sow.
(*) — <i>Westphalica</i> , Schlüt.	<i>Lima Cenomanensis</i> ? d'Orb.
<i>Chrysodomus Buchii</i> ? Müll.	<i>Inoceramus</i> sp.?
(moule intérieur).	— sp.
<i>Tudicla</i> , sp.? (moule intérieur).	<i>Exogyra laciniata</i> , Nilss.
<i>Turritella</i> , sp.? —	— (trois espèces).
<i>Lispodesthes</i> ? —	<i>Ostrea semiplana</i> , Sow.
<i>Volutilithes</i> ? —	— <i>diluviana</i> , Linn.
<i>Cardium Becksii</i> , Müll.	— <i>vesicularis</i> , Nilss.
<i>Spondylus striatus</i> ? Goldf.	— sp. nov.
— <i>spinosus</i> , Sow.	

L'ensemble de cette faunule paraît bien hervien, mais la question des Bélemnites est intéressante.

En effet, ce qui caractérise l'assise de Herve, c'est la présence simultanée de *Belemnitella mucronata* et de *Belemnitella quadrata*, auxquelles vient s'ajouter dans le Hainaut (craie de Trivières) *Belemnitella vera* (forme que, décidément, les paléontologistes semblent maintenir comme espèce distincte).

Or, à Loncée, bien que les Bélemnites soient très nombreuses et bien conservées, on n'y a jamais rencontré *B. mucronata*.

Est-ce un hasard ? *B. mucronata* n'a-t-elle pu vivre à Loncée, par suite de circonstances locales, ou bien n'y a-t-elle réellement pas existé parce que la couche est un peu antérieure à l'arrivée de la *B. mucronata* dans nos régions ? c'est ce qu'il m'est impossible de trancher pour le moment.

L'incertitude déjà signalée dans mon premier travail persiste donc, mais dans tous les cas, si la glauconie de Loncée ne représente pas l'assise de Herve, elle ne pourra représenter que celle d'Aix-la-Chapelle, c'est-à-dire qu'elle sera, de toutes façons, sénonienne.

(*) C'est M. de Grossouvre qui m'a montré l'existence de cette espèce dans les collections du Musée.

Le résumé des faits concernant les bassins de la Petite Geete et de la Méhaigne qui vient d'être exposé, confirme donc la classification des couches fournie au commencement de ce chapitre.

Prenant comme type le Bassin de Mons, aujourd'hui bien connu, nous retrouvons dans le bassin Brabançon-Liégeois les mêmes grandes lignes stratigraphiques et les mêmes grandes lignes paléontologiques permettant d'établir le tableau suivant :

HAINAUT

Maastrichtien.

Tufeau de St-Symphorien.
Poudingue de la Malogne.

Sénonien.

Assise de Spiennes.

Craie brune phosphatée.
Poudingue Craie de Spiennes.
de Cuesmes Lit de nodules de
base.

Assise de Nouvelles.

Craie de Nouvelles à *Magas*
pumilus.
Craie d'Obourg.
Lit de nodules de base.

Assise de Herve.

Craie de Trivières à *B. mucro-*
nata, *B. quadrata* et *B. vera*.

Lit de nodules de base.

Assise d'Aix-la-Chapelle.

Craie de St-Vaast.
Lit de glauconie grossière de
base.

BASSIN PETITE GEETE-MÉHAIGNE

FACIES NORMAL

Maastrichtien.

Tufeau à Thécidées.
Gravier de base.

Sénonien.

Assise de Spiennes.

Manque.
Craie sableuse, grossière.
Lit de nodules de base.

Assise de Nouvelles.

Craie sans silex } *Magas*
Craie avec silex } *pumilus*.
Craie glauconifère.
Lit graveleux de base.

Assise de Herve.

Sable glauconifère plus ou
moins argileux à *B. mucro-*
nata et *B. quadrata*.
Gravier de base.

Assise d'Aix-la-Chapelle.

Couches inférieures des puits
d'Eghezée. ?
Gravier de base.

FACIES ARÉNACÉ

Maastrichtien.

Tufeau à Thécidées.
Gravier de base.

Sénonien.

Assise de Spiennes.

Manque.
Craie sableuse grossière.
?

Assise de Nouvelles.

Tufeau sableux avec concrétions
gréseuses.
Sable calcaireux glauconifère.
?

Assise de Herve.

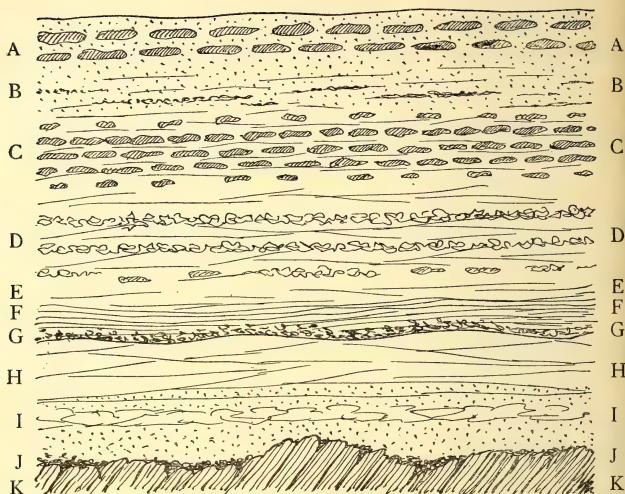
Sable glauconifère plus ou
moins argileux, marne blan-
che, grès glauconifère et fos-
silifère à faune hervienne
(Séron).
Gravier de base.

Assise d'Aix-la-Chapelle.

Glauconie de Lonzée. ?
Gravier de base.

BASSIN DU GEER.

Les observations que M. Van den Broeck et moi avons faites à l'est de Tongres, vers Glons et Roclenge, continuées dans la direction de la Meuse, nous ont permis de dresser la coupe diagrammatique suivante :



- A. Tufeau jaune avec bancs tabulaires, sub-continus de silex gris et lit discontinu de silex gris irréguliers vers le bas.
- B. Lits grossiers d'organismes, discontinus, avec très nombreux *Thecidium papillatum*.
- C. Craie blanche grossière friable, débutant, vers le haut, par un lit de silex noirs irréguliers et continuant par trois bancs sub-continus de silex gris, zoné, puis par un banc discontinu de silex tabulaires, grisâtres.
- D. Craie blanche moins friable, avec lits continus de silex noirs caverneux.
- E. Craie blanche avec silex noirs épars.
- F. Craie marneuse sans silex, avec nombreux gros *Magas*.
- G. Ravinement et lit de nodules roulés, perforation de la couche inférieure.
- H. Craie blanche, fine, douce, traçante, avec silex noirs rares et *Magas pumilus*.
(Craie d'Heure-le-Romain.)
- I. Craie marno-sableuse glauconifère, avec *Belemnitella quadrata* et gyrolithes.
- J. Lit de gravier de roches primaires.
- K. Terrain primaire.

A notre avis, ces couches doivent être classées de la manière suivante:

ÉTAGE MAASTRICHTIEN.

- A. Tufeau à silex gris.
- B. Lits à *Thecidium papillatum*

ÉTAGE SÉNONIEN.

Assise de Spiennes.

- C. Craie grossière à bancs de silex gris.
- D. Craie blanche à silex noirs caverneux.
- E. Craie blanche à silex noirs épais.
- F. Craie marneuse à gros *Magas*.
- G. Lit de gravier et ravinement.

Assise de Nouvelles.

- H. Craie blanche, fine, avec rares silex et *Magas pumilus*.

Assise de Herve.

- I. Sable marneux glauconifère à *Belemnitella quadrata* et gyrolithes.
- J. Gravier de base.

REMARQUES.

Le **Maastrichtien** est ici assez largement représenté, il est peu fossilifère dans la masse, mais il l'est à sa base.

Cette base n'est nullement un gravier net et ravinant, comme celui observé dans le Bassin de la Haine ou dans celui de la Petite-Geete et de la Méhaigne. Dans la Vallée du Geer, vers Glons et Roclenge, le Maastrichtien passe presque insensiblement au Sénonien sous-jacent; seuls quelques minces lits discontinus d'organismes, remplis de *Thecidium papillatum* et de *Pecten lævis* marquent approximativement la séparation des deux étages.

L'**Assise de Spiennes** est ici très largement développée; vers le haut, on reconnaît absolument le facies typique de Spiennes (craie grossière avec bancs subcontinus de silex gris foncé). Vers le bas, le facies change, il se présente des lits de silex noir mal formés. Enfin, à la base vient un lit d'un mètre environ d'une craie chargée d'argile, avec nombreux gros *Magas* que j'hésite à identifier au *Magas pumilus*, puis la série se clôture nettement par un lit de nodules roulés formant gravier ravinant.

Toute cette masse de craie est peu fossilifère, on y rencontre des Huîtres, *Belemnitella mucronata* et *Ananchytes ovata*, faunule qui correspond presque complètement à celle de la craie type de Spiennes.

L'**Assise de Nouvelles** est représentée par une forte épaisseur de craie blanche assez fine, renfermant peu de silex et caractérisée dans toute son épaisseur par *Belemnitella mucronata* et par *Magas pumilus* de forme typique.

Sous cette craie, qui est celle d'Heure-le-Romain, les observations sont très rares et incomplètes.

On croit généralement que, vers le bas, la craie d'Heure-le-Romain

se charge de points de glauconie et d'argile et qu'elle passe ainsi *insensiblement* à l'assise de Herve sous-jacente.

Je crois qu'actuellement, la vérité est que l'on ignore ce qui se passe et que les probabilités sont, d'après ce que nous avons déjà vu pour les deux bassins étudiés et pour celui de la rive droite de la Meuse que nous étudierons ci-après, que le bas de la craie d'Heure-le-Romain se charge bien de glauconie, mais qu'il se présente un peu plus bas un lit graveleux, non encore observé à ma connaissance, et que des études plus complètes mettront probablement en lumière.

Cette lacune signalée, nous ajoutons que l'**Assise de Herve**, qui se développe effectivement sous la craie d'Heure-le-Romain, est un sable glauconifère, marneux et concrétionné, d'aspect crayeux vers le haut, avec gravier à la base, reposant sur le terrain houiller.

Dans la région considérée, l'existence de l'**Assise d'Aix-la-Chapelle** n'a pas encore été signalée.

Ayant fourni ci dessus dans un tableau la correspondance des couches entre le Bassin de Mons et celui de la vallée de la Petite Geete et de la Méhaigne, donnons maintenant le tableau du raccordement des couches du dernier Bassin (abstraction faite du facies arénacé) avec celui du Geer :

Bassins de la Petite Geete et de la Méhaigne.

MAASTRICHTIEN

Tufeau à Thécidées.
Gravier de base.

SÉNONIEN

Assise de Spiennes.

Craie sableuse grossière.

Lit de nodules de base.

Assise de Nouvelles.

Craie blanche sans silex } *Magas*
Craie blanche avec silex } *pumilus*.
Craie glauconifère.
Lit graveleux de base.

Assise de Herve.

Sable glauconifère plus ou moins argileux à *B. mucronata* et *B. quadrata*.
Gravier de base.

Assise d'Aix-la-Chapelle.

?

Bassin du Geer.

MAASTRICHTIEN

Tufeau à Thécidées.
Lits d'organismes, à Thécidées.

SÉNONIEN

Assise de Spiennes.

Craie grossière à silex noirs.

— — — gris.

Craie blanche à silex noirs caverneux.

— — — épars.

Craie marneuse à gros *Magas*.

Lit de nodules de base.

Assise de Nouvelles.

Craie blanche d'Heure-le-Romain à *Magas pumilus*.

Craie glauconifère.

? Probablement lit graveleux non encore observé

Assise de Herve.

Craie marno-sableuse glauconifère avec *B. quadrata* et Gyrolithes.
Gravier de base.

Assise d'Aix-la-Chapelle.

Manque.

Les principales différences à signaler entre les deux bassins considérés sont :

1° Développement plus considérable du Tufeau maastrichtien dans la Vallée du Geer que dans le Bassin Petite Geete-Méhaigne.

2° Présence de simples lits grossiers d'organismes à la base du Maastrichtien de la Vallée du Geer, alors que cette base est marquée dans le Hainaut et dans le Bassin Geete-Méhaigne par un lit graveleux épais, très net et ravinant.

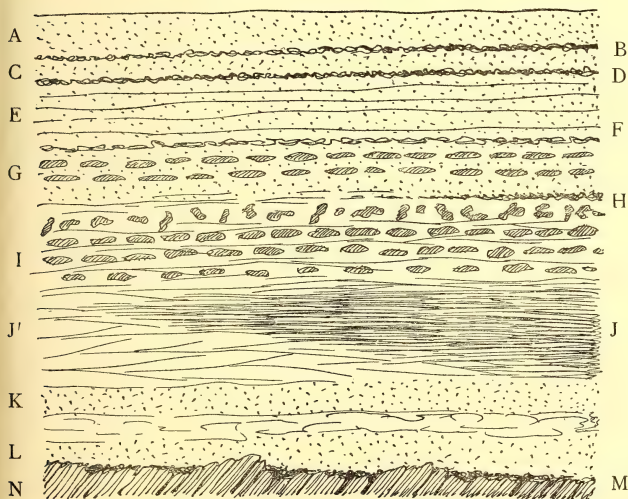
3° Développement très considérable de la Craie de Spiennes dans le Bassin du Geer alors que ce niveau est très faiblement représenté dans le Bassin Geete-Méhaigne.

Pour le reste, les différences sont peu tranchées, surtout si la présence d'un indice de lit graveleux peut être observée dans la partie glauconieuse, sous la craie d'Heure-le-Romain.

BASSIN DE LA RIVE GAUCHE DE LA MEUSE

Nous avons à considérer ici les couches typiques de Maastricht et celles qui se cantonnent au sud vers Petit-Lanaye et Heure-le-Romain.

Voici la succession des couches, représentée diagrammatiquement :



- A. Tufeau caverneux supérieur.
- B. 1^{er} niveau à Bryozoaires.
- C. Tufeau.
- D. 2^e niveau à Bryozoaires.
- E. Tufeau exploité.
- F. Lit à *Pyrgopolon Mosæ*.
- G. Tufeau à bancs plus ou moins réguliers de silex gris.
- H. Vers Maastricht, lit mince d'organismes, avec nombreux corps ovoïdes, bruns (probablement des coprolithes de poissons) et appelé « couche à coprolithes ». Vers le Sud, ce lit s'atténue, puis disparaît.
- I. Craie grossière à bancs de silex noir. Vers le Sud (Hallembaye) le bas de cette craie devient marneuse, renferme de gros *Magas* et présente un lit de nodules à allure ravinante à la base.
- J. Vers Maastricht : craie grisâtre, un peu marneuse, sans silex, passant au Sud à J'
- J' Craie blanche, fine, pure, d'Heure-le-Romain, avec *Magas pumilus*.
- K. Craie blanche avec grains de glauconie.
- L. Craie marno-sableuse glauconifère avec *Belemnitella quadrata* et gyrolithes.
- M. Gravier de galets de roches primaires.
- N. Terrain primaire.

D'accord avec MM. Ubaghs et Van den Broeck, je classe ces couches de la manière suivante :

ÉTAGE MAASTRICHTIEN.

- A. Tufeau caverneux.
- B. 1^{er} niveau à Bryozoaires.
- C. Tufeau.
- D. 2^e niveau à Bryozoaires.
- E. Tufeau exploité.
- F. Lit à *Pyrgopolon Mosæ*.
- G. Tufeau à silex gris.
- H. Couche à coprolithes.

ÉTAGE SÉNONIEN.

Assise de Spiennes.

- I. Craie grossière à silex noirs. Craie marneuse et lit de nodules de base, vers le Sud.

Assise de Nouvelles.

- J. Craie grise, marneuse, sans silex.
- J' Craie blanche d'Heure-le-Romain à *Magas pumilus*.
- K. Craie glauconifère.

Assise de Herve.

- L. Craie marno-sableuse à *Belemnitella quadrata* et gyrolithes.
- M. Gravier de base.

REMARQUES.

Les couches du **Maastrichtien** sont ici les couches typiques de Maastricht (Montagne-Saint-Pierre). M. Ubaghs les a minutieusement décrites (1) et je n'ai rien à y ajouter.

Le Musée de Bruxelles renferme une magnifique collection de fossiles du Maastrichtien (Céphalopodes, Gastropodes, Lamellibranches et Brachiopodes), sans compter la série unique des vertébrés de ce terrain (Dinosaurien, Mosasaures, tortues, poissons, etc., si magistralement étudiés par M. Dollo). J'ai terminé la détermination de tous les Céphalopodes et les Gastropodes du Maastrichtien de Maastricht; je compte en faire plus tard la monographie.

Notons cette particularité qu'à Mons, sur la Petite Geete et dans la vallée du Geer, le Maastrichtien renferme la *Terebratula carnea*, tandis que dans les couches typiques de Maastricht, ce fossile ne se montre qu'à la base, dans la couche à coprolithes; il devient alors extrêmement abondant dans les couches sénoniennes sous-jacentes.

L'**Assise de Spiennes** est ici bien représentée par une forte épaisseur de craie grossière à bancs subcontinus de silex noirâtre.

Les bancs de silex caverneux de la vallée du Geer ne se montrent plus.

Cette craie, qui ressemble beaucoup à la craie type de Spiennes, est assez fossilifère. Le Musée en possède une bonne série de fossiles.

Vers le nord, l'assise de Spiennes semble passer par le bas, d'une manière insensible, à l'Assise de Nouvelles; mais vers le sud, la séparation existe comme nous l'avons décrite pour la vallée du Geer. L'**Assise de Nouvelles** est représentée ici par deux facies: vers Maastricht (nord), par une craie grisâtre, marneuse, sans silex; vers Heure-le-Romain (sud), par la craie blanche sans silex, à *Magas pumilus*. Les deux facies ne sont pas superposés, ils passent latéralement l'un à l'autre. Il semble que sous eux s'étende indifféremment la couche de craie glauconieuse représentant la craie d'Obourg. J'ignore si à la base de celle-ci existe un lit graveleux séparatif.

L'**Assise de Herve** a été précédemment décrite dans la coupe de la vallée du Geer.

Ici encore il n'existe pas de traces connues de l'**Assise d'Aix-la-Chapelle**, mais il ne serait nullement étonnant que des couches de cet âge fussent signalées dans la profondeur, vers le nord, lorsque des recherches dans ce sens auront pu être faites.

Ainsi qu'on peut le voir, la ressemblance entre les couches de la

(1) *Description géologique et paléontologique du sol du Limbourg*, etc., par C. UBAGHS, 1879.

vallée du Geer et celles de la rive gauche de la Meuse entre l'embouchure du Geer et Maastricht, est grande.

Ici, le Maastrichtien a pris une plus grande extension encore par l'addition de termes supérieurs (tufeau caverneux et couches à Bryozoaires) et sa base n'est guère mieux indiquée que dans la vallée du Geer, sauf au nord, près de Maastricht, où sa base se marque plus nettement, grâce à la présence de la « couche à coprolithes », qui n'a toutefois guère plus de 1 à 3 centimètres d'épaisseur.

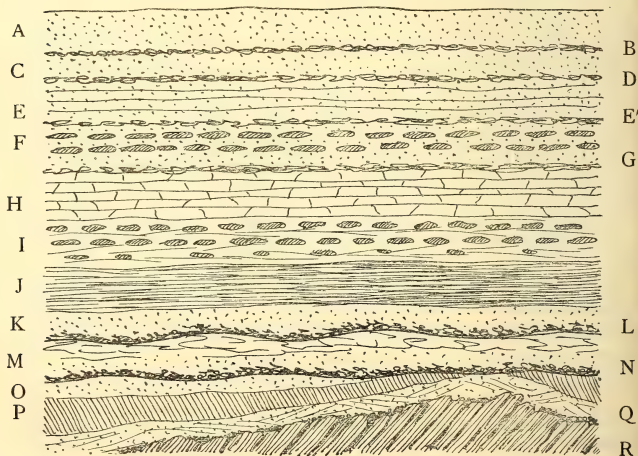
Sous le Maastrichtien s'étend la craie de Spiennes, épaisse, mais — semble-t-il — moins compliquée que dans la vallée du Geer.

Sous la craie de Spiennes apparaissent deux facies différents de l'assise de Nouvelles, sans que l'on sache si dans la partie nord, il existe une ligne de séparation nette entre la craie de Spiennes et le facies marneux de l'assise de Nouvelles.

Plus bas, même ignorance pour ce qui concerne le contact de l'assise de Nouvelles sur l'assise de Herve. En l'absence d'exploitations, ces contacts sont très rares à observer et M. Ubaghs n'en fait pas mention.

BASSINS DE LA RIVE DROITE DE LA MEUSE ET DE LA GEUL.

Les couches de cette région présentent les superpositions suivantes :



- A. Tufeau supérieur sans silex.
- B. 1^{er} niveau à Bryozoaires.
- C. Tufeau.
- D. 2^e niveau à Bryozoaires.
- E. Tufeau exploité.
- E'. Lit à *Stellocavea*.
- F. Tufeau à silex gris.
- G. Lit d'organismes avec galets de houille.
- H. Calcaire grenu stratifié, dit calcaire de Kunraad.
- I. Craie blanche à silex noirs.
- J. Craie marneuse sans silex, à *Magas pumilus*.
- K. Craie glauconifère avec *Magas pumilus*.
- L. Lit de gravier à *Belemnitella mucronata*.
- M. Argilite glauconifère à *Belemnitella quadrata* et gyrolithes. Sable glauconifère avec rognons siliceux fossilifères.
- N. Lit de gravier.
- O. Sables irrégulièrement stratifiés, avec plaquettes de grès siliceux.
- P. Sables et grès avec intercalations argileuses. Argile et sable argileux noir ou gris.
- Q. Gravier de base.
- R. Terrain primaire.

D'après la position stratigraphique des couches et l'examen sommaire de leur faune, généralement très riche, nous croyons pouvoir les classer de la manière suivante :

ÉTAGE MAASTRICHTIEN

- A. Tufeau supérieur sans silex.
- B. 1^{er} niveau à Bryozoaires.
- C. Tufeau.
- D. 2^e niveau à Bryozoaires.
- E. Tufeau exploité.
- E'. Lit à *Stellocavea*.
- F. Tufeau à silex gris.

ÉTAGE SÉNONIEN.

Assise de Spiennes.

- G. Lits d'organismes avec galets de houille.
- H. Calcaire de Kunraad.
- I. Craie blanche à silex noirs.

Assise de Nouvelles.

- J. Craie marneuse sans silex, à *Magas pumilus*.
- K. Craie glauconifère à *Magas pumilus*.
- L. Lit de gravier à *Belemnitella mucronata*.

Assise de Herve.

M. Argilite glauconifère à *Belemnitella quadrata* et gyrolithes. — Sable glauconifère avec rognons siliceux fossilifères, de Vaals.

N. Lit de gravier.

Assise d'Aix-la-Chapelle.

O. Sables irrégulièrement stratifiés, avec plaquettes de grès siliceux.

P. Sable et grès avec intercalation argileuse, argile et sable argileux noir ou gris.

Q. Gravier de base.

REMARQUES.

Au sujet du **Maastrichtien**, nous dirons que sa composition ne diffère pas de celle reconnue sur la rive gauche de la Meuse; toutefois la partie la plus supérieure du tufeau, peu développée et très peu fossilifère à la Montagne Saint-Pierre, est très épaisse (16 m.) et très fossilifère à Geulhem; de plus un lit à Bryozoaires, connu sous le nom de lit à *Stellocavea*, semble remplacer ici le lit à *Pyrgopolon* de la rive gauche.

Le Musée de Bruxelles possède à peu près toutes les espèces que l'on peut rencontrer dans ce tufeau supérieur; on y reconnaît *Belemnitella mucronata*, des Ammonites, des Scaphites, des Baculites, une grande quantité de gastropodes et de lamellibranches.

J'ai actuellement déterminé les céphalopodes et les gastropodes de ce niveau, et comme j'ai également terminé la détermination de la faune des gastropodes de la partie montienne du tufeau de Ciply, je puis dire en toute connaissance de cause que la faune du tufeau le plus supérieur de Maastricht n'a rien de commun avec celle du calcaire de Mons et du tufeau de Ciply.

Il n'y a donc aucun parallélisme à essayer de ce côté.

Pour ce qui concerne l'**Assise de Spiennes**, elle est représentée par deux termes principaux : un supérieur, le calcaire de Kunraad, l'autre inférieur, qui est l'exact équivalent de la craie grossière à silex noirs de la rive gauche de la Meuse.

Puisque ce terme inférieur représente la craie de Spiennes proprement dite, il s'ensuit que, stratigraphiquement, le calcaire de Kunraad doit représenter la craie phosphatée de Mons.

C'est ce que M. Ubaghs a prouvé paléontologiquement dans nos publications (1).

(1) Voir : *Quelques considérations sur les dépôts crétacés de Maastricht dans leurs connexions avec les couches dites maastrichtiennes de Ciply*, par C. Ubaghs. (Bull. Soc. belge de Géol. t. I, 1887. Séance du 26 juin 1887) et : *Compte rendu général des*

Le calcaire de Kunraad est très riche en fossiles et la craie phosphatée de Mons l'est également : or, d'après ce que j'ai pu voir, grâce aux belles collections réunies au Musée de Bruxelles, la paléontologie concourt en effet à confirmer le synchronisme indiqué. Je dois signaler toutefois que, jusqu'ici, ce sont les lamellibranches et les brachiopodes qui donnent le plus d'espèces communes aux deux couches, tandis que les gastropodes paraissent assez différents.

Mais la craie phosphatée de Mons est loin de nous avoir révélé sa faune de gastropodes ; ce que nous possédons n'en représente encore qu'une très minime partie, de sorte qu'il est probable que le nombre d'espèces communes augmentera à mesure que la faune de la craie phosphatée s'enrichira.

La craie blanche grossière à silex, sous-jacente au calcaire de Kunraad, semble pauvre en fossiles.

L'Assise de Nouvelles est représentée dans le Limbourg hollandais par la craie marneuse sans silex et par la craie glauconifère sous-jacente.

D'après M. Ubaghs il ne semble pas y avoir de ligne de démarcation nette entre l'assise de Spiennes et l'assise de Nouvelles, je n'ai connaissance d'aucun ravinement entre les couches, mais le contraire serait parfaitement possible.

Les deux subdivisions de l'assise de Nouvelles paraissent correspondre très exactement aux deux subdivisions du Hainaut : craie de Nouvelles et craie d'Obourg. Toutefois, ici, fait intéressant, *Magas pumilus*, extraordinairement abondant, et très développé comme taille, envahit toute la masse à partir de sa base.

Grâce à l'acquisition de la collection de feu Bosquet, le Musée de Bruxelles possède une riche faunule de la craie marneuse et de sa base glauconifère, provenant des localités classiques : Slenaken, Pesaken, Vaals (Schneeberg), Galoppe, Mehr, etc.

Ce sont, de beaucoup, les brachiopodes qui dominent ; il y en a des milliers d'individus.

Tous ces brachiopodes indiquent bien l'âge du dépôt, mais les anciennes listes publiées portent un nom qui étonne : c'est *Terebratulina gracilis*.

J'ai examiné attentivement cette forme et je suis convaincu que le fossile, bien que ressemblant beaucoup à *Terebratulina gracilis*, ne peut lui être assimilé.

séances et excursions de la Société belge de Géologie, de Paléontologie à Maastricht, les 17, 18 et 19 septembre 1887, par C. Ubaghs. (Bull. Soc. belge de Géol., t. I, 1887, Mém. pp. 209-234.)

En effet, l'espèce de la craie marneuse glauconifère devient souvent double et parfois triple de la grandeur maximum du fossile turonien, de plus, la petite valve a l'aréea courbe et non rectiligne, enfin, les côtes ornant la coquille sont très nettement couvertes de tubercules.

La coquille sénonienne n'est donc probablement qu'une descendance de l'espèce turonienne, mais ne peut être confondue purement et simplement avec elle.

Bien que la présence d'une forte proportion de glauconie tende à faire croire à l'âge hervien de la craie glauconifère, la faune montre qu'il n'en est rien; le gravier de base lui-même est rempli de *Belemnitella mucronata* sans le moindre mélange de *Belemnitella quadrata*; c'est encore un trait commun avec le gravier base de la craie d'Obourg du Hainaut, à *Belemnitella mucronata*.

L'Assise de Herve est représentée par le Hervien typique, dans lequel se développe une admirable faune dont le Musée de Bruxelles possède une série très riche et très complète, provenant de Battice (Croix Polinard) près de Herve et recueillie en grande partie par moi-même vers 1876-77 lors de la construction du chemin de fer.

D'autre part, la collection Bosquet a fourni une très belle série de fossiles herviens de Teuven et de Slenaken, ainsi qu'une splendide série de coquilles silicifiées de Vaals.

Les céphalopodes, les gastropodes et les lamellibranches de ces diverses séries du Hervien ont pu être déterminés aisément, grâce à la belle monographie publiée par M. le Dr Holzapfel d'Aix-la-Chapelle (1).

La faune de l'époque correspondante au dépôt de la craie de Trivières du Hainaut est donc parfaitement connue.

L'Assise d'Aix-la-Chapelle est également représentée ici par ses dépôts typiques.

Les fossiles font malheureusement défaut dans cette assise et de plus ils sont souvent en très mauvais état.

L'argile a donné beaucoup de restes de végétaux; le sable supérieur, qui est marin, fournit des fossiles animaux dans les grès.

A l'égal des autres établissements similaires, le Musée de Bruxelles est pauvre en fossiles aachéniens et ceux que nous possédons n'ajoutent rien à ce que M. Holzapfel en a dit.

Rappelons ici que c'est à mon collègue M. Purves qu'est due la démonstration définitive de l'âge exact des couches d'Aix-la-Chapelle, c'est-à-dire de leur classement à la base du Sénonien (2).

(1) *Die Mollusken der Aachener Kreide*, par E. Holzapfel. *Paleontographica*, t. XXXIV, 1888.

(2) J.-C. PURVES. *Sur les dépôts fluvio-marins d'âge sénonien ou sables aachéniens de la province de Liège*. (*Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg.*, t. II, 1883.)

Une bonne liste, mise à jour, des fossiles du Hervien de Belgique (environs de Herve, de Liège, de Braives et de Hosden (Méhaigne), n'ayant pas encore été fournie, je la donnerai ci-après :

LISTE DES FOSSILES DU HERVIEN DE BELGIQUE

Céphalopodes.

<i>Nautilus aquisgranensis</i> , Hlz.	<i>Scaphites hippocrepis</i> , Dekay.
— <i>Dekayi</i> , Mort.	— <i>aquisgranensis</i> , Schlüt.
<i>Baculites</i> sp.	<i>Belemnitella mucronata</i> , Schl.
<i>Ammonites (Pachydiscus)</i> sp.	— <i>quadrata</i> , Blainv.

Gastropodes.

<i>Entalis Geinitzi</i> , J. Böhm.	<i>Chemnitzia Dewalquei</i> , Müll.
<i>Dentalium alternans</i> , Müll.	<i>Cerithium binodosum</i> , Roem.
<i>Pleurotomaria distincta</i> , Goldf.	— <i>Decheni</i> , Goldf.
— <i>plana</i> , Goldf.	— <i>Koeneni</i> ? Hlz.
— <i>(Trochus) regalis</i> , Roem.	— sp.
<i>Turbo retifer</i> , J. Böhm.	<i>Aporrhais Beisseli</i> , Hlz.
— <i>punctatus</i> , Zek.	— <i>granulata</i> , Müll.
<i>Astralium</i> sp?	<i>Lispodestes Schlotheimi</i> , Roem.
<i>Trochus Ryckholtii</i> , Müll.	<i>Cultrigera Nilssoni</i> , Müll.
<i>Scalaria decorata</i> , Roem.	<i>Helicaulax granulata</i> , Sow.
<i>Turritella nodosa</i> , Roem.	— <i>stenoptera</i> , Goldf.
— <i>acantophora</i> ? Müll.	<i>Hippochrenes</i> , sp. nov.
— <i>quadriceincta</i> , Goldf.	<i>Columbellaria</i> ?
— <i>sexlineata</i> , Roem.	<i>Fusus gracilis</i> , J. Böhm.
— <i>multilineata</i> , Müll.	— <i>scala</i> ? Hlz.
— <i>Stoliczkai</i> , Hlz.	<i>Chrysodomus Buchii</i> , Müll.
— sp. nov.	<i>Hemifusus coronatus</i> , Roem.
— sp. nov.	<i>Polia fenestrata</i> , Müll.
— sp. nov.	<i>Tudicla Monheimi</i> ? Müll.
<i>Gyrodont acutimargo</i> , Roem.	— cf. <i>planissima</i> , de Rykh.
<i>Natica cretacea</i> , Goldf.	<i>Volutilithes</i> cf. <i>Gasparini</i> , d'Orb.
<i>Lunatia Geinitzi</i> ? d'Orb.	— <i>Næggerathi</i> , Müll.
<i>Amauropsis exaltata</i> , Goldf.	— <i>subsemiplicata</i> , d'Orb.
<i>Mesostoma Bosqueti</i> , Müll.	— <i>Briarti</i> ? Hlz.
— <i>striato-costata</i> , Müll.	— <i>Damesi</i> , Hlz.
	— <i>Orbignyana</i> , Müll.

<i>Volutilithes</i> sp. nov.	<i>Cancellaria nitidula</i> , Müll.
<i>Volutoderma fenestrata</i> , Roem.	— <i>globulosa</i> , Hlz.
— <i>Gosseleti</i> , Hlz.	<i>Bullinula Strombecki</i> , Müll.
— sp.	<i>Actæonina lineolata</i> , Müll.
— sp.	<i>Cinulia Humboldti</i> , Müll.

Lamellibranches.

<i>Pholas reticulata</i> , Müll.	<i>Venericardia Benedeni</i> , Müll.
<i>Teredo voracissima</i> , Müll.	<i>Astarte similis</i> , Münst.
— <i>grandis</i> , Hlz.	<i>Eriphyla lenticularis</i> , Goldf.
<i>Clavagella elegans</i> ? Müll.	<i>Trigonia Vaalsensis</i> , Böhm.
<i>Gastrochæna americana</i> , Gabb.	<i>Nucula tenera</i> , Müll.
<i>Corbula substriatula</i> , d'Orb.	<i>Leda</i> , sp. nov.
<i>Macra Debeyana</i> , Müll.	— <i>Försteri</i> .
— <i>Bosquetiana</i> ? Stol.	<i>Arca</i> , sp.
<i>Liopistha æquivalvis</i> , Goldf.	<i>Cucullæa subglabra</i> , d'Orb.
<i>Ceromya cretacea</i> , Müll.	— cf. <i>Gallieni</i> , d'Orb.
<i>Goniomya designata</i> , Goldf.	<i>Pectunculus Geinitzi</i> , d'Orb.
<i>Glycimeris Geinitzi</i> , Hlz.	<i>Limopsis</i> ? sp.
<i>Siliqua</i> , sp. nov.	<i>Pinna decussata</i> ? Goldf.
<i>Psammobia</i> ? sp. nov.	— sp.
<i>Tapes Martiniana</i> ? Math.	<i>Septifer tegulatus</i> , Müll.
— <i>fragilis</i> , d'Orb.	— <i>lineatus</i> , Sow.
— <i>nuciformis</i> , Müll.	<i>Crenella inflata</i> , Müll.
— <i>faba</i> , Sow.	<i>Inoceramus Cripsii</i> , Mant.
<i>Cytherea ovalis</i> , Goldf.	<i>Gervillia solenoides</i> , DeFr.
<i>Cyprimeria Geinitzi</i> , Müll.	<i>Avicula modioliformis</i> , Müll.
<i>Venilicardia Reyi</i> ? Bosq.	— <i>pectinata</i> , Müll.
<i>Isocardia</i> ? sp.	— ? <i>caudigera</i> ? Zitt.
<i>Cypricardia</i> ? sp.	<i>Pecten virgatus</i> , Nilss.
<i>Granocardium productum</i> , Sow.	— nov, sp.
— <i>Marquarti</i> , Müll.	— nov, sp.
<i>Cardium Noeggerathi</i> , Müll.	— <i>lævis</i> , Nilss.
— <i>Becksii</i> , Müll.	— <i>Dujardini</i> , Roem.
<i>Lucina subnumismalis</i> , d'Orb.	— <i>laminosus</i> , var., Goldf.
— <i>aquensis</i> ? Hlz.	— <i>spathulatus</i> ? Roem.
— sp.	<i>Vola quadricostata</i> , Sow.
<i>Gyropleura Ciplyana</i> ? de Ryckh.	— <i>quinquecostata</i> , d'Orb.
— sp.	<i>Lima Marrotiana</i> , d'Orb.
<i>Crassatella arcacea</i> , Roem.	— sp. nov.

<i>Lima Mantelli</i> ? d'Orb.	<i>Exogyra</i> sp.
— <i>oviformis</i> , Mull.	— sp.
— sp.	— <i>laciniata</i> , Nilss.
<i>Spondylus spinosus</i> , Sow.	<i>Ostrea hippopodium</i> , Nilss.
— <i>obesus</i> ? d'Orb.	— <i>vesicularis</i> , Luck.
— <i>truncatus</i> ? Goldf.	— <i>lateralis</i> , Nilss.
— sp.	— <i>Bronni</i> , Müll.
<i>Placunopsis undulata</i> , Müll.	— <i>frons</i> , Mant.
<i>Anomia incurvata</i> ? Hlz.	— <i>Goldfussi</i> , Hlz.
— <i>papyracea</i> ? d'Orb.	— <i>armata</i> , Goldf.
— sp.	— <i>sempilana</i> , Sow.
<i>Exogyra</i> , sp.	

D'après M. Holzapfel, les fossiles recueillis dans l'Aachenien seraient (1) :

<i>Siphonaria variabilis</i> , Hlz.	(H) <i>Tellina strigata</i> , Goldf.
<i>Actæonella gigantea</i> , Sow.	— <i>bicarinata</i> , Brauns.
— <i>cretacea</i> , Müll.	(H) <i>Cytherea plana</i> , Sow.
— <i>lævis</i> , Sow.	<i>Cardium pectiniforme</i> , Müll.
<i>Pyrenella Münsteri</i> , Keferst.	(H) <i>Crassatella arcacea</i> , Roem.
<i>Pyrgulifera Neumayeri</i> , H.	— <i>aequalis</i> , Hlz.
— sp.	(H) <i>Eriphyla lenticularis</i> , Goldf.
(H) <i>Turritella acantophora</i> , M.	(H) <i>Trigonia Vaalsensis</i> , Bohn.
(H) <i>Glaukonina</i> cf. <i>Kefersteini</i> , M.	<i>Arca subhercynica</i> , Fresch.
<i>Trochus Mülleri</i> , Hlz.	(H) <i>Pectunculus Geinitzi</i> , d'Orb.
<i>Teredo voracissima</i> , Müll.	(H) <i>Inoceramus Cripsii</i> , Mant.
— <i>grandis</i> , Hlz.	— <i>lobatus</i> , Mant.
(H) <i>Corbula lineata</i> , Müll.	<i>Avicula caudigera</i> , Zitt.

D'après la liste du Hervien de Belgique que nous venons de donner, il faudrait ajouter, aux espèces communes au Hervien et à l'Aachenien :

<i>Teredo voracissima</i> , Müll.	<i>Avicula caudigera</i> ? Zitt.
— <i>grandis</i> , Hlz.	

Dès lors et jusqu'à preuve du contraire :

<i>Siphonaria variabilis</i> , Hlz.	<i>Actæonella cretacea</i> , Mull.
<i>Actæonella gigantea</i> , Sow.	— <i>lævis</i> , Sow.

(1) Les espèces précédées d'un (H) se trouvent aussi dans le Hervien, d'après M. Holzapfel.

<i>Pyrenella Münsteri</i> , Keferst.	<i>Cardium pectiniforme</i> , Müll.
<i>Pyrgulifera Neumayeri</i> , Hlz.	<i>Crassatella aequalis</i> , Hlz.
— sp.	<i>Arca subhercynica</i> , Fresch.
<i>Trochus Mülleri</i> , Hlz.	<i>Inoceramus lobatus</i> , Mant.
<i>Tellina bicarinata</i> , Brauns.	

pourraient être considérés comme les fossiles propres et caractéristiques de l'Aachenien.

Ainsi qu'on le voit, le bassin de la rive droite de la Meuse est très bien connu et je n'y vois guère que deux petites lacunes dans les connaissances.

1° Nature exacte du contact du Maastrichtien sur le calcaire de Kunraad.

M. Ubaghs ne parle pas de ce contact ; il est possible que ce contact corresponde au lit d'organismes avec galets de houille, partie supérieure du calcaire de Kunraad, mais rien de précis n'est connu à ce sujet et ce contact pourrait se trouver plus haut et être inconnu (1).

2° Nature exacte du contact de l'assise de Spiennes sur l'Assise de Nouvelles.

Y a-t-il passage insensible ? ou existe-t-il un lit graveleux ? Une observation heureuse pourrait résoudre ces questions.

*
* * *

Telles sont les constatations sommaires qui m'ont servi à mettre sur pied et à justifier, autant qu'il est actuellement possible, l'essai de synchronisme des couches du Maastrichtien et du Sénonien au travers de notre pays, depuis Mons jusque Aix-la-Chapelle.

Je ne compte, du reste, pas m'arrêter aux précédentes constatations ; j'espère, au contraire, pouvoir continuer mes observations sur le terrain, chaque fois que j'en aurai l'occasion, et je convie tous mes collègues étudiant les terrains crétacés de la Belgique à faire de même, de manière à supprimer peu à peu les quelques inconnues que j'ai signalées en passant.

Je compte également continuer la détermination des belles collections du Musée de Bruxelles en vue d'une description monographique de la faune crétacée belge, l'une des plus riches que l'on connaisse.

Quant au classement, tel que je le présente ici, il est déjà adopté en grande partie par la Commission géologique de Belgique, et j'ai con-

(1) On pourrait ainsi admettre que ce lit grossier constituerait la base du Maastrichtien et représenterait le lit à coprolithes de la rive gauche, mais je ne crois pas que ce soit exact attendu que toute la faune du Calcaire de Kunraad se rencontre déjà à ce niveau, ainsi que j'ai pu m'en assurer moi-même.

staté notamment que M. Forir, dans la légende des feuilles de la Carte géologique de Belgique, publiée au 1/40000 (Visé, Fouron-Saint-Martin, Gemmenich, Borzeelaer et Henri-Chapelle) arrive, pour les couches du pays de Herve, qui ne sont que la continuation de celles du Limbourg hollandais, à des résultats concordants.

Il ne me reste plus, maintenant, qu'à résumer en un tableau les divers classements exposés ci-dessus, de manière à faire saisir, d'un seul coup d'œil, la concordance des couches et à faire remarquer la continuité probable des grandes lignes de séparation stratigraphiques : base plus ou moins graveleuse du Maastrichtien, base graveleuse de l'Assise de Spiennes, base graveleuse de l'Assise de Nouvelles et base graveleuse de l'Assise de Herve, au travers de tout le territoire étudié.

Belgique.

BORDOITE DE LA MEUSE

Maastrichtien.

averneux.

à Bryozoaires.

Bryozoaires.

exploité.

locavea.

silex gris.

Tufeau d
Pouding?

Sénonien.

Assise de Spiennes.

Craie pe
Craie bri
animes avec galets de houille.
de Kunraad.

Pouding
de Cuesn
anche à silex noirs.

?

Assise de Nouvelles.

Craie de
erneuse sans silex à *Magas pu-*

Craie d'
Conglom
auconifère à *Magas pumilus*.
érat à *Bel. mucronata*.

Assise de Herve.

Craie d'
B. quad
auconifère { à *B. mucronata*,
B. quadrata et
gyrolithes.

Conglom
de base.

Assise d'Aix-la-Chapelle.

Craie de
Lit de gl
régulièrement stratifiés.
végétaux et sable noir.
de base.

Tableau du synchronisme des couches maastrichtiennes et sénoniennes à travers la Belgique.

BASSIN DU HAINAUT Maastrichtien.	BASSINS de la PETITE CEETE et de la MÉHAIGNE Maastrichtien.	BASSIN DU GEER Maastrichtien.	RIVE GAUCHE DE LA MEUSE Maastrichtien.	RIVE DROITE DE LA MEUSE Maastrichtien.
Tufeau de St-Symphorien. Poudingue de la Malogne.	Tufeau à silex gris. Conglomérat de base.	Tufeau à silex gris. Lits de <i>Thecidium papillatum</i>	Tufeau caverneux. 1 ^{er} banc à Bryozoaires. Tufeau. 2 ^e banc à Bryozoaires. Tufeau exploité. Lit à <i>Pyrgopolon Mosæ</i> . Tufeau à silex gris Lit à Coprolithes.	Tufeau caverneux. 1 ^{er} banc à Bryozoaires. Tufeau. 2 ^e banc à Bryozoaires. Tufeau exploité Lit à <i>Stellocavea</i> . Tufeau à silex gris. !
Sénonien.	Sénonien.	Sénonien.	Sénonien.	Sénonien.
<i>Assise de Spiennes.</i> Craie peu phosphatée parfois glauconifère. Craie brune phosphatée.	<i>Assise de Spiennes.</i>	<i>Assise de Spiennes.</i>	<i>Assise de Spiennes.</i>	<i>Assise de Spiennes.</i> Lit d'organismes avec galets de houille. Calcaire de Kunraad.
Poudingue de Craie grossière de Spiennes de Guernes avec lit de nodules à la base.	Craie grossière, sableuse, avec lit de nodules roulés à la base	Craie grossière à silex gris foncé. Craie blanche à silex caverneux noir. — — noirs épars. Craie marneuse sans silex. Lit de nodules roulés.	Craie grossière à silex noirs ? ?	Craie blanche à silex noirs. ?
<i>Assise de Nouvelles.</i> Craie de Nouvelles à <i>Magas pumilus</i> . Craie d'Obourg. Conglomérat à <i>Bel. mucronata</i> .	<i>Assise de Nouvelles.</i> Craie blanche avec silex noirs et <i>Ma-</i> <i>gas pumilus</i> . Craie glauconifère. Lit graveleux.	<i>Assise de Nouvelles.</i> Craie blanche, fine, avec rares silex et <i>Magas pumilus</i> . Craie glauconifère. ?	<i>Assise de Nouvelles.</i> Craie blanche pure à <i>Magas pumilus</i> (sud). Craie glauconifère. ?	<i>Assise de Nouvelles.</i> Craie marneuse sans silex à <i>Magas pu-</i> <i>milus</i> . Craie glauconifère à <i>Magas pumilus</i> . Conglomérat à <i>Bel. mucronata</i> .
<i>Assise de Herve.</i> Craie de Trivières à <i>B. mucronata</i> , <i>B. quadrata</i> et <i>B. vera</i> . Conglomérat de base.	<i>Assise de Herve.</i> Sable glauconifère argileux vers le haut à <i>B. mucro-</i> <i>nata</i> et <i>B. qua-</i> <i>drata</i> . Gravier de base.	<i>Assise de Herve.</i> Sable plus ou moins glauconifère à <i>B. quadrata</i> . Gravier de base.	<i>Assise de Herve.</i> Sable plus ou moins glauconifère à <i>B. quadrata</i> . Gravier de base.	<i>Assise de Herve.</i> Sable plus ou moins glauconifère à <i>B. quadrata</i> . Gravier de base.
<i>Assise d'Aix-la-Chapelle.</i> Craie de St-Vaast. Lit de glauconie grossière.	<i>Assise d'Aix-la-Chapelle.</i> ? Couches d'Eghezée. ? Glauconie de Loncée. Gravier de base.	<i>Assise d'Aix-la-Chapelle.</i> Néant.	<i>Assise d'Aix-la-Chapelle.</i> Néant.	<i>Assise d'Aix-la-Chapelle.</i> Sables irrégulièrement stratifiés. Argile à végétaux et sable noir. Gravier de base.

ANNEXE

MONTIEN ET MAASTRICHTIEN

PAR

A. Rutot.

Depuis 1886, nous avons montré, M. Van den Broeck et moi — principalement dans la suite des travaux publiés dans les *Annales de la Société géologique de Belgique* (Liège), t. XIII, 1885-86, sur les couches du crétacé supérieur des environs de Mons et sur le tufeau de Ciply — que la masse anciennement considérée comme tufeau de Ciply et rapportée au Maastrichtien, se divisait nettement, stratigraphiquement et paléontologiquement, en deux parties distinctes : l'une, supérieure, la plus importante comme surface et comme épaisseur, constituant le *Tufeau du Ciply type* et que nous rattachons au Montien; l'autre inférieure, d'épaisseur et d'affleurement moins importants, très fossilifère, à faune nettement crétacée, partie que nous avons appelée *Tufeau Saint-Symphorien* et que nous considérons comme l'équivalent de la partie inférieure du Maastrichtien type de Maastricht.

Rappelons que le tufeau de Ciply proprement dit, si bien visible à Ciply, se termine à sa base par un lit de gravier et que le tufeau de Saint-Symphorien, souvent raviné par le tufeau de Ciply, se termine également à sa base par un lit de gravier très fossilifère, connu depuis longtemps sous le nom de *Poudingue de la Malogne*.

Le tufeau de Saint-Symphorien s'étant montré dès l'abord nettement crétacé par sa faune, il restait à apprécier l'âge du tufeau de Ciply.

Heureusement, le tufeau de Ciply, bien que réputé pauvre en fossiles, nous en avait fourni un grand nombre, surtout à sa base, de sorte que, de l'âge de cette faune, devait découler l'âge de la masse du dépôt.

Mais, depuis assez longtemps déjà, MM. Briart et Cornet avaient fait connaître la mémorable découverte du calcaire grossier de Mons.

Ce calcaire avait fourni aux géologues précités une admirable faune de mollusques, conservés avec le test et dont ils ont décrit,

dans les *Mémoires de l'Académie de Belgique*, les Céphalopodes et les Gastropodes.

Des discussions eurent lieu au sujet de cette faune, dans laquelle on rencontre de nombreux précurseurs des formes du calcaire grossier de Paris.

MM. Briart et Cornet, ne retrouvant dans la faune du calcaire de Mons aucune des formes typiques du Crétacé et y reconnaissant au contraire les précurseurs d'une faune qui devait se développer si largement longtemps après, admirèrent l'âge tertiaire du calcaire de Mons.

D'autre part, des géologues français, M. Hébert notamment, se fondant sur ce que les caractères fauniques du calcaire de Mons ne persistent pas dans les étages tertiaires (Heersien, Landenien, etc.) qui le surmontent immédiatement et sur ce qu'il existe plusieurs espèces communes entre le calcaire de Mons, le calcaire pisolithique et les marnes strontianifères de Meudon, généralement rattachées au Crétacé par les géologues français, ont exprimé l'opinion que le calcaire de Mons serait également d'âge crétacé et que, peut-être, il pourrait être du même âge que les couches les plus supérieures du tufeau de Maastricht et notamment du tufeau caverneux observable à la Montagne Saint-Pierre, au-dessus des deux bancs à bryozoaires.

Un peu plus tard, MM. Briart et Cornet faisaient connaître le calcaire de Cuesmes à grands cérithes, qu'ils rattachaient également au calcaire de Mons.

C'est alors que, faisant nos recherches dans le tufeau de Ciply, nous avons reconnu qu'il se subdivisait en deux parties, l'une nettement crétacée, d'âge maastrichtien, l'autre d'âge à déterminer.

Nos observations nous firent voir que le calcaire de Cuesmes à grands cérithes n'était que du tufeau de Ciply renfermant plus de grands cérithes qu'aux autres points observables et, les découvertes successives de fossiles dans le tufeau de Ciply-type apportant peu à peu leurs précieuses notions, nous reconnûmes bientôt que la faune du tufeau de Ciply, à partir de sa base, était tout à fait semblable à celle du calcaire de Mons type.

Je suis actuellement en mesure de démontrer paléontologiquement ce que nous avons avancé dès 1886.

Voici en effet la liste des fossiles recueillis par moi dans le tufeau de Ciply (Poudingue de base, tufeau proprement dit et calcaire de Cuesmes à grands cérithes) et conservés au Musée Royal d'Histoire naturelle; fossiles que j'ai pu directement comparer à ceux du calcaire de Mons, grâce à la splendide collection de ce terrain existant également au Musée.

LISTE

DES

CÉPHALOPODES ET DES GASTROPODES

du Tufeau de Ciply,
du Calcaire de Cuesmes et du poudingue de base

	Pond. de base	Calc. de Cuesmes	Tufeau de Ciply
Céphalopodes.			
<i>Nautilus</i> , sp?	—	—	—
— <i>vastus</i> ? Kner.	—	—	—
Gastropodes.			
<i>Dentalium montense</i> , Br. et C.	—	—	—
— <i>magnum</i> , Br. et C.	—	—	—
<i>Acmaea</i> , sp.	—	—	—
<i>Emarginula</i> , sp.	—	—	—
<i>Patella</i> ? sp.	—	—	—
<i>Turbo Bretoni</i> , Br et C.	—	—	—
— sp.	—	—	—
— ? (<i>Cyclostoma</i>) <i>Mathildæformis</i> , Br. et C.	—	—	—
— ? sp.	—	—	—
<i>Solariella</i> , sp.	—	—	—
<i>Trochus</i> (<i>Tectus</i>) <i>simplicilineatus</i> , Br. et C.	—	—	—
<i>Ziziphinus</i> , sp.	—	—	—
— sp.	—	—	—
<i>Eutochus</i> ? sp.	—	—	—
<i>Craspedotus incerta</i> , Br. et C.	—	—	—
<i>Neritopsis multicostata</i> , Br. et C.	—	—	—
<i>Discohelix</i> , sp.	—	—	—
<i>Scalaria formosa</i> , Br. et C.	—	—	—
— <i>Tournouëri</i> ? Br. et C.	—	—	—
<i>Scalaria Renardi</i> , Br. et C.	—	—	—
— <i>Dumonti</i> ? Br. et C.	—	—	—
— ? sp.	—	—	—
<i>Turritella Hannonica</i> , Br. et C.	—	—	—
— <i>Alphonsi</i> , Br. et C.	—	—	—
— <i>Montense</i> , Br. et C.	—	—	—
— <i>Marthe</i> . Br. et C.	—	—	—
— <i>patula</i> , Br. et C.	—	—	—
<i>Mesalia instabile</i> , Br. et C.	—	—	—
— <i>multristriata</i> , Luck.	—	—	—

	Pond. de base	Calc. de Cuesmes	Tuféau de Cipluy
<i>Mathildia</i> , sp.	—	—	—
<i>Calyptroëa suessoniensis</i> , d'Orb.	—	—	—
<i>Natica Lavallei</i> , Br. et C.	—	—	—
— <i>infundibulum</i> , Wat.	—	—	—
<i>Amauropsis</i> , sp.	—	—	—
— sp.	—	—	—
<i>Keilostoma</i> ?	—	—	—
<i>Melania Elisæ</i> , Br. et C.	—	—	—
<i>Melanopsis buccinoïdes</i> , Fer.	—	—	—
<i>Briartia Velaini</i> ? Mun. Ch.	—	—	—
<i>Cerithium maximum</i> . Bink. (<i>C. Briarti</i> . R. et V. d. B.)	—	—	—
— <i>Corneti</i> , Rutot et Van den Broeck.	—	—	—
— <i>Dejaeri</i> , Br. et C.	—	—	—
— <i>Montense</i> , Br. et C.	—	—	—
— <i>unisulcatum</i> (et variétés) Lmk.	—	—	—
— <i>Francisci</i> , Br. et C.	—	—	—
— <i>Malaisei</i> , Br. et C.	—	—	—
<i>Cerithium multifilum</i> ? Br. et C.	—	—	—
— sp.	—	—	—
— sp.	—	—	—
— sp.	—	—	—
— sp.	—	—	—
<i>Aporrhais</i> , sp.	—	—	—
<i>Dimorphosoma</i> , sp.	—	—	—
<i>Hippochrenes Houzeaui</i> , Br. et C.	—	—	—
<i>Ficula bicarinata</i> . Br. et C.	—	—	—
<i>Tritonium curtulum</i> , Br. et C.	—	—	—
— <i>Briarti</i> , G. Vinc.	—	—	—
— <i>Maricæ</i> ? Br. et C.	—	—	—
— sp.	—	—	—
<i>Buccinum longulum</i> , Br. et C.	—	—	—
<i>Pseudoliva canaliculata</i> , Br. et C.	—	—	—
<i>Fusus Heberti</i> , Br. et C.	—	—	—
— <i>Montensis</i> ? Br. et C.	—	—	—
<i>Fusus</i> ? (5 espèces)	—	—	—
<i>Chrysodomus</i> (4 espèces)	—	—	—
— ? sp.	—	—	—
<i>Hemifusus</i> (3 espèces)	—	—	—
<i>Turbinella reticulata</i> ? Br. et C.	—	—	—

	Poud. de base	Calc. de Cuesmes	Tufeau de Ciply
<i>Mitra vicina</i> , Br. et C.	—	—	—
— <i>brevis</i> , Br. et C.	—	—	—
— <i>Wateleti</i> , Br. et C.	—	—	—
— sp. Br. et C.	—	—	—
<i>Volutilithes dilatata</i> , Br. et C.	—	—	—
— <i>Mariæ</i> , Br. et C.	—	—	—
— <i>elevata</i> , Br. et C.	—	—	—
— (3 espèces)	—	—	—
<i>Cancellaria Duponti?</i> Br. et C.	—	—	—
— <i>Mourloni</i> , Br. C.	—	—	—
— <i>Crepini?</i> Br. et C.	—	—	—
— <i>carinata?</i> Br. et C.	—	—	—
— <i>Malaisei?</i> Br. et C.	—	—	—
— ? sp.	—	—	—
<i>Surcula ampla</i> , Br. et C.	—	—	—
<i>Pleurotoma Pauli?</i> Br. et C.	—	—	—
— <i>Malaisei?</i> Br. et C.	—	—	—
— <i>Dewalquei</i> , Br. et C.	—	—	—
— sp.	—	—	—
<i>Actæon parisiensis</i> , Mellev.	—	—	—
— (2 espèces)	—	—	—
<i>Scaphander</i> , sp.	—	—	—
— ? sp.	—	—	—
<i>Bulla?</i> sp.	—	—	—

Soit 46 espèces de Gastropodes du calcaire de Mons, 13 espèces dont la détermination douteuse vient surtout de ce que les échantillons sont en mauvais état de conservation et 46 espèces nouvelles.

Or, il y a lieu de remarquer que la faune du tufeau de Ciply est essentiellement marine, tandis que celle du calcaire de Mons renferme quantité d'espèces saumâtres ou même d'eau douce. D'autre part, tous les éléments fauniques du calcaire de Mons proviennent pour ainsi dire d'un point unique : le puits Coppée, entre Mons et Obourg, de sorte que l'on n'en connaît qu'une faune restreinte.

Au contraire, nos fossiles du tufeau de Ciply et de son poudingue de base — où il est bien entendu qu'ils sont parfaitement *in situ*, compris dans la roche mère et non dans les éléments roulés du poudingue — proviennent d'une douzaine de gîtes différents compris entre Cuesmes et Mesvin.

En raison de la nature essentiellement marine du tufeau de Ciply et de l'étendue de mes recherches, il n'y a donc rien d'étonnant à ce que j'aie rencontré un bon nombre d'espèces nouvelles, qui se retrouveraient à leur tour dans le calcaire de Mons si l'on pouvait en découvrir de nouveaux gisements fossilifères.

Je considère donc, pour ce qui me concerne (et la comparaison des lamellibranches — non encore déterminés — appuie cette manière de voir) que le calcaire de Mons n'est qu'un facies plus littoral ou plutôt plus côtier ou lagunaire, du tufeau de Ciply.

Quant à l'âge de cette faune, je le considère comme tertiaire, attendu, comme je l'ai déjà dit, que je n'y trouve aucune forme caractéristique du Crétacé : les Céphalopodes ne renferment que des Nautilus, genre encore actuellement vivant, mais ni Ammonite, ni Scaphite, ni Baculite, ni Hamite, ni Belemnitella, etc. ; que les Lamellibranches ne renferment ni Inocerames, ni Trigonies, ni Rudistes, etc. ; qu'il n'y a pas de Brachiopodes : ni Terebratula, ni Rhynchonella, ni Terebratella, ni Magas, etc., etc.

Tout ce qui donne aux couches crétacées leur caractère propre, même à celles qui touchent immédiatement au tufeau de Ciply, comme le Tufeau de Saint-Symphorien qui lui est directement inférieur, fait ici défaut.

La seule objection qui ait été faite à cette manière de voir est celle de la présence, à différentes hauteurs, dans le tufeau de Ciply, de lits d'organismes dans lesquels abondent les Bryozoaires et quelques petits Brachiopodes.

Or, ces Bryozoaires sont pour la plupart les mêmes que ceux qui se rencontrent dans le tufeau de Saint-Symphorien, d'âge crétacé.

Mais est-on certain que ces Bryozoaires ont vécu dans la mer du tufeau de Ciply ?

A mon avis ce ne sont vraisemblablement que des éléments remaniés du tufeau maastrichtien sous-jacent et ils n'ont probablement aucune valeur stratigraphique, d'autant plus que la plupart des petits Brachiopodes sont manifestement roulés.

D'autre part, si même il était reconnu que ces Bryozoaires ont vécu dans la mer du tufeau de Ciply, leur liste ne pourrait venir contrebalancer la riche faune des mollusques.

Chacun sait, en effet, que les Bryozoaires évoluent peu dans le temps et que des espèces crétacées vivent encore de nos jours.

Le calcaire de Mons n'est donc qu'un facies du tufeau de Ciply et ceux-ci constituant l'étage montien, il reste à montrer que ce Montien n'est pas l'équivalent des couches supérieures du Maastrichtien type de Maastricht.

Or ces couches, si elles sont peu développées et peu fossilifères à la montagne Saint-Pierre, sont au contraire épaisses et très riches en fossiles à Geulhem (rive droite de la Meuse).

Ces fossiles (Gastropodes) sont :

- | | |
|---|---|
| <i>Dentalium Nysti</i> , Binkh. | <i>Vermetus clathratus</i> , Bink. |
| — <i>sexcarinatum</i> , Goldf. | <i>Laxispira sinuata</i> , Kaun. |
| — <i>alternans</i> , Ryck. | <i>Xenophora onusta</i> , Nilss. |
| <i>Pyrgopolon Mosæ</i> , Montf. | <i>Hipponyx Dunkerianus</i> , Bosq. |
| <i>Patella parmaphoroïdes</i> , Binkh. | <i>Natica (Amauropsis) patens</i> , Bink. |
| <i>Acmæa lævigata</i> , Binkh. | <i>Gyrodes ampla</i> , Bink. |
| <i>Emarginula fissuroïdes</i> , Bosq. | <i>Natica cretacea</i> , Goldf. |
| — <i>conica</i> , Binkh. | <i>Littorina Dewalquei</i> , Bosq. |
| — <i>Dewalquei</i> , Bink. | <i>Chemnitzia clathrata</i> , Bink. |
| — <i>radiata</i> , Bink. | <i>Nerinea ultima</i> , Bink. |
| — <i>Hoeveni</i> , Bink. | <i>Cerithium tuberculiferum</i> , Bink. |
| — <i>depressa</i> , Bink. | — <i>alternatum</i> , Bink. |
| — <i>Binkhorsti</i> , Kaun. | — <i>tectiforme</i> , Bink. |
| — <i>Kapfi</i> , Bink. | — <i>reticosum</i> , Sow. |
| <i>Turbo Strombeki</i> , Bink. | <i>Bittium pseudo-clathratum</i> , d'Orb. |
| — <i>clathratus</i> , Bink. | <i>Triforis sinistra</i> , Bink. |
| — <i>filogranus</i> , Bink. | <i>Aporrhais Limburgensis</i> , Bink. |
| — (<i>Astraliun</i>) <i>Goldfussi</i> , Bink. | <i>Hippochrenes nuda</i> , Bink. |
| <i>Solariella rimosa</i> , Bink. | <i>Tritonium Konincki</i> , Bink. |
| — — <i>var. granu-</i> | <i>Buccinum supercretaceum</i> , Bink. |
| — <i>lata</i> , Kaun. | <i>Pseudoliva ambigua</i> , Bink. |
| — <i>granose-cinctus</i> , Bink. | <i>Columbellaria tuberculosa</i> , Bink. |
| — <i>cariniferus</i> , Bink. | <i>Fusus pliciferus</i> , Bink. |
| <i>Delphinula spinulosa</i> , Bink. | — <i>glaberrimus</i> , Bink. |
| <i>Ziziphinus Binkhorsti</i> , Bosq. | <i>Pyrula</i> cfr. <i>Cottoe</i> , Roem (Kaun). |
| — <i>sculptus</i> , Bink. | <i>Tudicla</i> cfr. <i>Althi</i> Kner (Kaun). |
| <i>Craspedotus rudis</i> , Bink. | <i>Pyropsia filamentosa</i> , Bink. |
| <i>Trochus Limburgensis</i> , Kaun. | <i>Imbricaria Limburgensis</i> , Bink. |
| <i>Nerita rugosa</i> , Hön. | <i>Volutilithes Debyi</i> , Bink. |
| — <i>parvula</i> , Bink. | <i>Cancellaria obtusa</i> , Bink. |
| <i>Solarium cordatum</i> , Bink. | — <i>corrugata</i> , Bink. |
| <i>Turritella (Torcula) plana</i> , Bink. | <i>Pleurotoma torosa</i> , Zekeli (Kaun). |
| — — — <i>var.</i> | <i>Acteon granulato-lineatum</i> , Bink. |
| — <i>alternans</i> , Kaun. | — <i>cinctus</i> , Bink. |
| — <i>nitidula</i> , Bink. | <i>Avellana gibba</i> , Bink. |
| — <i>Omaliusi</i> , Müll. | <i>Siphonaria antiqua</i> , Bink. |

En comparant la liste de la faune du tufeau de Ciply et celle ci-dessus, de la partie la plus supérieure du Maastrichtien de Maastricht, il serait difficile de trouver deux listes plus disparates, et je suis d'autant plus à même de parler ainsi, que j'ai sous les yeux la magnifique collection de fossiles maastrichtiens du Musée de Bruxelles, provenant de la collection Bosquet, de mes recherches personnelles et de celles de M. Purves.

Si à ce qui précède, nous ajoutons que les couches supérieures de Maastricht dont la liste des Gastropodes vient d'être donnée renferment en abondance *Belemnitella mucronata* et *Scaphites constrictus*, des Ammonites, etc., nous aurons démontré à l'évidence qu'il n'y a pas moyen de soutenir un instant de plus l'opinion exprimée, que le tufeau de Ciply (Montien) serait l'équivalent des couches les plus supérieures de Maastricht.

Nous concluons donc en disant que :

1° Dans le Hainaut, le Maastrichtien n'est représenté que par le tufeau de Saint-Symphorien ;

2° Que le tufeau de Ciply et son poudingue de base, le calcaire à grands cérithes de Cuesmes et le calcaire de Mons ne forment qu'un même tout, auquel le nom d'*étage montien* a été attribué.

3° Que la faune du Montien manquant de toutes les formes pouvant caractériser le Crétacé — sauf pour ce qui concerne les lits à petits organismes, d'origine suspecte — et ayant, au contraire, déjà des affinités nombreuses avec la faune de l'Éocène moyen, doit être considérée comme tertiaire.

4° Que le Montien n'a rien de commun avec les couches les plus supérieures du tufeau de Maastricht.

COMPTE RENDU

DE

L'EXCURSION DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DANS LA VALLÉE DE L'ORNEAU

LE 29 AVRIL 1894

PAR

X. Stainier.

PLANCHE IX

Depuis sa fondation, la Société belge de géologie n'avait pas encore eu l'occasion de faire ce pèlerinage, en quelque sorte obligé, que toutes nos sociétés et tous nos amateurs s'occupant de géologie ont exécuté les uns à la suite des autres. En effet, depuis 1835, où A. Dumont dirigea dans cette région la Société géologique de France, il ne s'est pas passé pour ainsi dire d'année où cette vallée classique n'ait reçu quelque visite. C'est là, en effet, que l'on peut le mieux voir la série des terrains dont se compose la bordure septentrionale de notre bassin de Namur. De plus, depuis quelque temps encore, de nouvelles observations ont encore rendu un regain d'actualité à l'étude de cette vallée. Aussi le dimanche, 29 avril, trente-trois membres de la Société débarquaient à Mazy. Nous nous sommes rapidement dirigés vers le hameau d'Alvaux, qui doit à la géologie de voir son nom acquérir une réputation européenne. Lorsqu'on prend le chemin des Mautiennes, qui monte sur le flanc Est de la vallée, on observe dans l'accotement le schiste silurien, mais bientôt, à l'endroit où un petit chemin creux se détache vers l'Est, on voit un contact remarquable. Dans les talus du petit chemin creux on voit des bancs inclinés faiblement (10 à 15°) au S.-S.-E. de grès brunâtre ou brun verdâtre psammitique renfermant

par places de petits graviers de quartz blanc ou de quartzite. Ces graviers deviennent parfois plus nombreux et atteignent la dimension d'une noisette. La roche constitue alors un véritable poudingue. D'autres fois le grès devient plus argileux, plus ferrugineux et plus brun, plus altéré et parfois il devient schistoïde. Ces roches constituent ce que l'on appelle l'assise du poudingue d'Alvaux; quelques pieds plus bas, près d'une nouvelle pompe que l'on vient d'établir, on voit nettement dans le cadre du chemin des têtes de bancs de schistes et des phyllades verdâtres et jaunâtres appartenant au Silurien supérieur (assise de Ronquières). Lors des travaux faits pour l'établissement du puisard de la pompe on voyait nettement que les roches siluriennes étaient presque verticales et dirigées N.-S. à peu près, par conséquent les roches du poudingue d'Alvaux qui reposent sur les tranches de ces schistes siluriens, présentent avec eux une stratification discordante à la fois en direction et en inclinaison, donc aussi complète qu'il est possible. On peut donc affirmer que, lors du dépôt des roches d'Alvaux, le Silurien avait déjà été plissé et redressé et cela durant la période qui s'étend du Silurien supérieur au Devonien moyen, auquel on rapporte aujourd'hui le poudingue d'Alvaux. Après que les membres eurent examiné par eux-mêmes tous les faits sur lesquels s'appuient ces observations, j'ai rappelé les phases successives par lesquelles ont passé nos connaissances au sujet de cette coupe remarquable. Les excursionnistes ont ensuite consacré quelques instants à la recherche des fossiles. Ceux-ci se trouvent surtout dans un banc de grès ferrugineux altéré, situé à environ 1^m, 50 au-dessus de la base de l'assise. On y trouve surtout un moule de *Cyathophyllum*.

Tout récemment on a installé une pompe pour utiliser les eaux d'une nappe aquifère qui s'alimente des eaux filtrant à travers les grès perméables de l'assise d'Alvaux et s'accumulant à la surface des schistes siluriens imperméables.

Nous avons retrouvé cette même nappe aquifère un peu plus au Sud, où elle alimente une petite fontaine située au bord de la route d'Alvaux à Mazy. Dans l'intervalle situé entre le hameau d'Alvaux et la grande carrière Burtaux, on peut voir dans les berges de la rivière l'Orneau, les roches supérieures de l'assise d'Alvaux; ce sont des schistes grossiers verts bigarrés de rouge et des grès argileux présentant les mêmes couleurs. Les excursionnistes se sont ensuite rendus dans la carrière Burtaux qui, par suite des progrès incessants de l'exploitation, est devenue une grande excavation montrant plusieurs niveaux fossilifères.

Vers le Nord, dans la partie la plus profonde de la carrière, se

voient les roches les plus anciennes, inclinées de 10° au S.-S.-E. et dont les bancs présentent une régularité et un parallélisme des plus remarquables. Comme on est là assez près de l'assise précédente, qui est siliceuse, on voit intercalés entre les bancs calcaires des bancs de macignos, voire même de vrais bancs de grès argileux jaunâtres. Il y a aussi de minces intercalations d'un calschiste terreux jaunâtre montrant fréquemment des restes allongés et frustes de végétaux (*Lepidodendrum?*). La roche provenant de cette partie de la carrière est la plus estimée comme pierre de taille; ce qui est dû sans doute à ce que cette pierre est légèrement siliceuse et partant plus dure et moins altérable.

Il y a plusieurs diaclases qui fournissent assez bien d'eau. C'est dans ce niveau que l'on rencontre le plus fréquemment le *Stringocephalus Burtini*. Plus haut dans la carrière, le calcaire se retrouve avec des caractères analogues, mais les intercalations de calschiste noir ou gris jaunâtre sont bien plus abondantes et on y trouve, parfois en quantité prodigieuse, le petit *Spirifer unguiculus*. Les restes de poissons que M. Dormal a signalés dans cette carrière se trouvent à tous les niveaux, mais paraissent être plus particulièrement abondants à ce niveau-ci dans les roches schisteuses.

Lors de l'excursion, les membres ont trouvé pas mal d'échantillons de fluorine et d'anthracite dans un calcaire provenant de ce niveau. Enfin, tout à fait au sommet de la carrière, une découverte assez récente a mis au jour plusieurs gros bancs calcaires d'un aspect extérieur très différent des précédents, car ils ont une surface noduleuse très marquée. De près, on constate d'ailleurs que ces calcaires sont très impurs, très argileux, verdâtres même par places. Comme nous l'avons signalé, on a pu retrouver ce jour-là à ce niveau de nombreux *Spirifer pentameroides*, *Dechenella striata*, *Spirifer aperturatus*. Ces fossiles, comme les caractères minéralogiques de ces roches, ne laissent pas de doute qu'elles sont le prolongement de celles exploitées jadis à Humerée (Tongrinne). Sous ces roches noduleuses, il y a un banc de calcaire plus pur, pétri de gastéropodes (*Murchisonia-Macroleilus*).

Ces constatations faites, et après une bonne récolte de fossiles, on s'est acheminé vers Mazy. Le long de la route, dans une ancienne carrière à pavés, nous avons vu des grès et des schistes rouges de l'assise de Mazy, roches que l'on rapportait jadis au Frasnien, mais que l'on a actuellement une tendance à attribuer au Givetien. On ne voit rien ici entre ces roches et les précédentes, mais le long du chemin de fer il y a deux vieilles carrières où l'on voit des roches (macignos et grès) qui établissent un passage lithologique entre les deux assises. D'ailleurs, à

2 kilomètres à l'Ouest de là, on peut voir dans le talus de la route qui réunit le hameau de Saint-Pierre à la chaussée de Namur aux Quatre-Bras, un bel affleurement de plus de 40 mètres de longueur. Dans cet affleurement on voit de la façon la plus claire s'établir d'une manière tout à fait insensible le passage d'un calcaire pur (calcaire d'Alvaux), au grès pur (grès de Mazy), avec tous les intermédiaires possibles.

Arrivés au coude de la route, on a pris le chemin de Bossières. A quelques mètres de son origine on rencontre d'abord un banc peu épais de poudingue, que l'on considère maintenant comme la base du Frasnien, puis plus loin on revoit de nouveau des roches rouges appartenant à l'ancienne assise de Mazy. Pendant que j'exposais aux excursionnistes les faits intéressants qui concernent cette assise et que je leur parlais de l'importance qu'il y aurait à y découvrir des fossiles qui y sont si rares, M. Van den Broeck, furetant dans le talus, y aperçut un banc de roche calcarifère avec fossiles. Naturellement cette coïncidence ne manqua pas d'exciter le zèle des collectionneurs, et en un instant les marteaux s'abattirent sur ce banc fossilifère. Malheureusement, examen fait au retour de ces fossiles, ceux-ci ne consistaient qu'en *Athyris concentrica* et *Rynchonella Boloniensis*, déjà signalés dans l'assise.

Un peu plus loin, en contrebas de la route, il y a des affleurements d'un schiste vert pâle se délitant en petits fragments et que l'on peut retrouver à ce niveau au moins depuis Emynes jusqu'à Ligny. Ici on trouve assez abondamment le *Spirifer Malaisei* (non encore décrit je pense).

Un peu plus loin on voit dans le talus, au milieu des roches rouges, des bancs d'un calcaire compacte, à texture marmoréenne, impur, gris, veiné de rouge et de vert. C'est de cet endroit que provient un échantillon de roche analogue que nous a montré M. Malaise et qui renferme en quantité un fossile qui me paraît bien être le *Spirifer unguiculus*, si commun dans la carrière Burtaux. Du point où nous étions alors on embrasse toute la dépression où coule le ruisseau de Ribjoux. Je ne connais pas d'endroit dans le bassin de Namur qui rappelle mieux l'aspect du pays de Couvin, Mariembourg, etc., que celui-ci. En effet, sur une plaine schisteuse on voit se dresser ici un monticule de dolomie, là un monticule de calcaire à polypiers, aux formes arrondies et isolées. Ici on ne peut hésiter à rapporter l'assise de Bovesse à l'assise de Frasnien avec *Rynchonella cuboïdes*.

De ce point nous nous sommes dirigés droit vers Mazy, que nous avons traversé, puis nous avons suivi la voie ferrée vers Onoz. Nous nous sommes arrêtés en passant dans une excavation désormais

célèbre, où M. Malaise a découvert une faune intéressante : *Cardium palmatum*, *Goniatites*, *Entomis*, etc., par conséquent la faune de Matagne. D'après la position de ce point il doit se trouver à la limite des assises de Rhisnes et de Bovesse. La roche consiste en un schiste terreux jaunâtre ou verdâtre, où nous avons trouvé assez bien de *Leptaena*.

Un peu plus loin, dans une tranchée, on observe des faits intéressants. Dans la partie Nord on voit des calcaires impurs noduleux, qui appartiennent à la partie inférieure de l'assise de Rhisnes : le niveau des calcaires de Rhisnes proprement dits. Ici comme partout on trouve abondamment une variété spéciale de *Spirifer disjunctus*, très caractéristique de ce niveau ; c'est une variété très petite et fort trapue, aisément reconnaissable. Au-dessus de ces roches on voit un gros banc de marbre noir de Golzinne, qui, étant très voisin du sol, est fortement altéré et présente un curieux aspect feuilleté. Grâce à cette altération, on voit de la façon la plus claire que ce banc de marbre a été soumis à des pressions latérales énergiques et, en effet, les feuillets de la roche présentent les contournements et les plissements les plus bizarres, comme on peut le voir sur la figure 1 de la pl. IX, qui est une reproduction phototypique d'une photographie que j'ai prise de cette roche. Ces plissements sont sans nul doute dus aux dislocations et aux plissements qui ont affecté cet endroit. La coupe de la tranchée n'est plus fort nette, mais cependant on croit y voir plusieurs failles avec rejet dans le banc de marbre. De plus, à quelques mètres au Sud, des carrières de marbre ont montré que celui-ci est fortement plissé et découpé par de nombreuses failles. Dans la tranchée le banc de marbre est sillonné de gros filons de calcite blanche et au milieu d'un de ces filons on voit, chose assez rare, un gros cristal de quartz bipyramidé. Dans les anciennes carrières de marbre que nous avons examinées ensuite, on voit fort bien que les directions sont différentes et indiquent une voûte dont l'axe est dirigé N.-N.-E., et qui correspond à un mouvement analogue que l'on voit dans les roches rouges le long de la route de Bossières. Les couches ne paraissant pas se raccorder des deux côtés de la vallée, il est probable que ce plissement est accompagné d'une faille importante produisant un rejet horizontal assez notable. D'ailleurs, les travaux d'exploitation du marbre ont montré que celui-ci était ici découpé en nombreux petits massifs limités par des failles avec rejets peu importants verticaux.

La tranchée suivante est bien certainement une des plus intéressantes du pays puisqu'on y voit les assises suivantes :

Assise de Fanué,
Assise de Franc-Waret,
Psammites du Condroz,
Tournaisien (schistes à *Sp. octoplicatus* Tb),
Tournaisien (calcaire à crinoïdes),
Dolomie à crinoïdes.

Comme nous avons déjà décrit ailleurs (1) in-extenso cette coupe, nous ne nous y arrêterons pas ici. Nous avons examiné avec intérêt le calcaire à crinoïdes. Cette roche, qui à deux lieues d'ici forme une assise puissante de calcaires exploités, est réduite ici à deux ou trois petits bancs de calcaire, encore très chargés de dolomie. Le restant de l'assise est bien certainement représenté ici par la base de l'assise dolomitique, fort puissante dans la région. Dernièrement, j'ai reconnu dans un chert, provenant de l'escarpement sous le château de Mielmont, de nombreux tubes de *Syrinagopora*. Or M. de Dorlodot, comme on le sait, a attiré l'attention sur la fréquence de ce fossile dans la partie de l'étage tournaisien qui a été atteinte par la dolomitisation.

Arrivés en face des imposants escarpements que forme la dolomie, particulièrement sous le pittoresque château de Mielmont, une discussion s'est élevée entre les membres au sujet de l'origine de la dolomie. Plusieurs théories se partagent encore les géologues, et s'il est vrai que certaines dolomies sont dues à l'enrichissement de calcaires magnésiens par disparition du calcaire, il est non moins certain que tel n'est pas le cas ici. En effet, dans les calcaires magnésiens, la quantité de calcaire est toujours des plus considérables. La disparition de ce calcaire aurait eu pour effet immédiat de laisser des vides, des cavités, de donner naissance à des roches celluluses et poreuses; or ici la dolomie, à part quelques géodes, est parfaitement compacte. En tous cas il est bien évident que cette dissolution aurait aussi fait disparaître les traces de plans de stratification et donné aux rochers un aspect bouleversé, analogue à celui que l'on observe dans les poches de phosphate riche crétacé, qui se sont formées de cette façon. Ici la stratification est admirablement bien marquée et régulière, identique à ce que l'on voit dans les roches les mieux stratifiées.

Avançant toujours vers le Sud, nous sommes arrivés en face du four à chaux de Mielmont. Dans la partie Nord on exploite pour pavés des bancs de dolomie et de calcaire dolomitique. Au Sud, on exploite

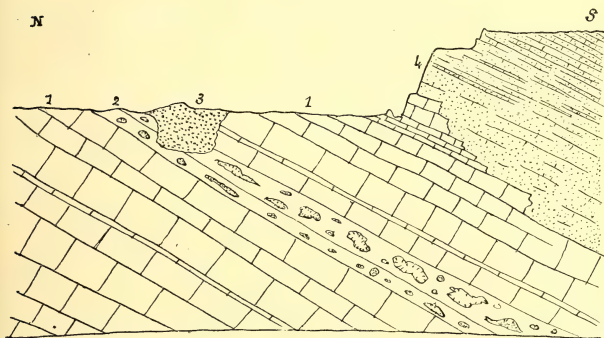
(1) Cf. MALAISE et STAINIER : *Documents concernant le Devonien du Bassin de Namur* (Ann. de la Soc. Géol. de Belgique, t. XIX, 1892).

pour la chaux le calcaire viséen à points foncés avec *Productus cora* (V 2 a).

Puis nous avons traversé le tunnel d'Onoz. A la sortie Sud de celui-ci, on voit sur la paroi Est un très beau canal, par où s'écoulait jadis une source. Le canal présente des parois arrondies, identiques à ce que l'on voit toujours dans ces cas-là et qui sont dues à l'érosion chimique des eaux qui y circulent. Aujourd'hui, sans doute par suite du creusement de la voie, la source jaillit plus loin dans la rigole du tunnel. Il est à remarquer que toute la vallée de l'Orneau des deux côtés est le théâtre d'un jaillissement notable de sources, et cela depuis le château de Mielmont jusqu'au moulin de Goyet, où se trouve le contact du calcaire avec le Houiller.

J'attribue ce fait à ce que la vallée de l'Orneau est la seule qui traverse complètement la bande de calcaire carbonifère du bord Nord du bassin de Namur à un niveau très bas. A l'Est il faut aller jusque Rhisnes pour trouver une vallée analogue (le Hoyoux), à l'Ouest il faut aller jusqu'à la vallée du Piéton. Partout ailleurs le houiller schisteux empêche les eaux de s'écouler vers la Sambre, et par conséquent, cette vaste bande calcaire doit se drainer en grande partie par la vallée de l'Orneau. A quelque distance du tunnel s'ouvre à gauche une vaste excavation, alimentant le four à chaux Baudry. Nous avons pu y faire plusieurs observations importantes, aussi nous donnons ici la coupe de cette carrière.

FIG. 1.



1. Gros bancs de calcaire noir grenu, avec intercalation de bancs plus doux au toucher (niveau V 2 b). Cordons et nodules de chert noir.
2. Banc très altéré à aspect dolomitique devenu complètement caverneux et pré-

sentant de grandes cavités parfois remplies d'argile, parfois tapissées d'un revêtement stalagmitique.

3. Poche de sable bruxellien. A cette place on a aussi, il y a quelques années, exploité un petit amas de limonite.
4. Dolomie grenue brune, à stratification très bien marquée, surtout vers le haut; vers le bas elle paraît plus massive. (Coupe calquée sur une photographie.)

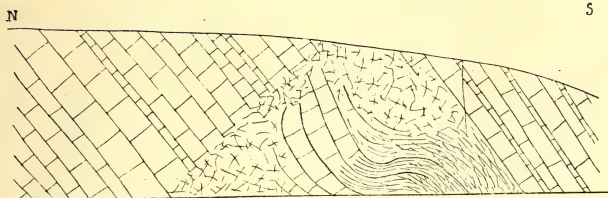
Cette coupe est extrêmement curieuse, la façon dont se fait le contact de la dolomie et du calcaire est tout à fait particulière. On ne peut guère l'expliquer qu'en admettant que, après le dépôt du calcaire, des eaux magnésiennes sont venu épigéniser certains bancs de ce calcaire en respectant les allures de stratification. Je ne connais nulle part ailleurs un niveau important de dolomie à cet horizon géologique en Belgique. Des travaux de recherches récents exécutés par M. le docteur Monoyer de Spy, le long de la route de la gare d'Onoz à Spy, ont montré que ce gîte de dolomie se poursuit jusque dans le village de Spy. Tout le long de son parcours il présente, avec les calcaires dans lesquels il est intercalé, des coupes extrêmement suggestives que j'ai recueillies et que je me propose de publier incessamment.

Dans la carrière Baudry, il y a un banc qui renferme fréquemment *des cristaux de soufre natif*. C'est là un fait important, car j'ai signalé jadis dans une carrière, le long de la route d'Onoz à Spy, une découverte analogue. Or dans cette carrière (carrière Guillaume) comme ici, le calcaire est surmonté de la dolomie.

Passé la carrière Baudry nous sommes entrés dans une vallée calcaire latérale qui va jusque Spy et où passe la grand'route d'Eghezée. Tout le long de cette vallée, il y a de nombreuses carrières qui montrent que des dislocations considérables jalonnent cette dépression. Nulle part on ne saurait avoir de meilleurs points d'observation pour élucider l'origine des brèches, ces roches qui, au même titre que les dolomies, sont des énigmes géologiques. Dans cette région-ci ce que l'on peut le mieux voir ce sont des types de cette variété de brèche que l'on peut appeler brèche de friction ou brèche de dislocation, bien différente de la brèche sédimentaire. Dans une carrière à 250 mètres à l'Est de la gare on peut voir la coupe suivante (fig. 2) :

Cette coupe montre très bien la formation locale de brèche ici évidemment sous l'influence de phénomènes mécaniques. Par places le calcaire noir grenu V 2 b bien stratifié, se transforme en une roche fendillée, craquelée, remplie de filonnets de calcite et ne présentant plus aucune trace de stratification. L'aspect de cette brèche est complètement différent de la brèche sédimentaire. Ici la roche ne se compose que de fragments anguleux de la même roche, sans aucune

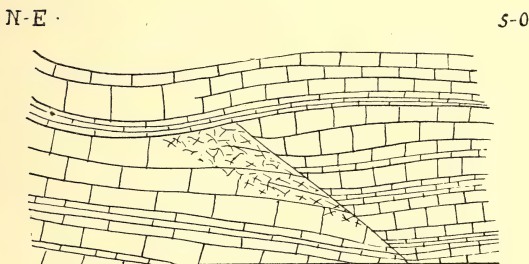
FIG. 2.



intervention de ciment. Il n'y a rien ici qui rappelle des cailloux roulés comme dans les brèches sédimentaires.

A quelques mètres à l'Est de la carrière Baudry, le long du nouveau chemin qui monte en serpentant le « Mont-de-Serrat », on voit dans une tranchée de la même roche des phénomènes tout à fait analogues, comme le montre la coupe suivante :

FIG. 3.



Ces exemples pourraient être multipliés, car le long de la route qui va d'Onoz à Spy, il n'y a presque pas de carrières qui n'en présentent de pareils. De plus, à l'Ouest de la gare d'Onoz dans le grand massif calcaire qui domine le « Fond-des-Cuves » il y a des phénomènes en tout semblables et plus typiques encore peut-être.

Après avoir examiné ces faits intéressants, la Société s'est rendue dans la grande tranchée au Sud de la gare d'Onoz. Elle est creusée dans le calcaire brèche (V 2 c). La roche se compose ici d'un calcaire fissuré non stratifié, présentant par-ci par-là des amas d'un mètre de diamètre de véritable brèche sédimentaire avec cailloux divers et ciment de

couleur différente. Dans une fissure de cette roche nous avons vu le gisement de glauconie hervienne que j'ai signalé et qui y est toujours très visible (1). Enfin, au sortir de la tranchée le temps nous faisant défaut, nous n'avons pu que jeter un coup d'œil de loin sur la célèbre grotte de Spy, qui donne à cet endroit un caractère si pittoresque. Nous avons alors repris le train pour Gembloux.

L'après-midi a été consacré à la visite des locaux de l'*Institut agricole de l'État*. Pour presque tous les excursionnistes cette visite a été une révélation, car il faut le dire, l'Institut est mieux apprécié à l'étranger que chez nos nationaux. Tout le monde a admiré les riches collections et les laboratoires de l'Institut, qui certes est à la tête de tous les établissements similaires. On a non moins admiré les superbes locaux de l'antique abbaye de Gembloux, dont la masse imposante donne à l'Institut un relief majestueux.

Enfin, pour couronner cette journée si bien remplie, on a fait la tournée traditionnelle aux carrières siluriennes de Grand-Manil, et aux carrières de rhyolithes trop bien connues pour qu'il reste encore quelque chose à en dire.

Nous avons poussé jusque dans les tranchées du chemin de fer de Mazy à Gembloux, creusées à cet endroit dans le Silurien supérieur (assise de Ronquières Sl2 b). Celui-ci se compose ici de phyllades jaunâtres et surtout de quartzo-phyllades zonaires, qui sont affectés de nombreux plissements.

Nulle part on ne peut mieux étudier le clivage schisteux et son indépendance d'avec la stratification.

La figure 2 de la planche IX, annexée à ce travail, est une reproduction phototypique d'une photographie prise dans une carrière à l'Est et contre le chemin de fer au kilomètre 4, 5. On y voit très bien le clivage schisteux perpendiculaire à la stratification.

(1) Cf. X. STAINIER, *Extension du Hervien jusque Onoꝝ-Spy*. (Ann. Soc. géologique de Belgique, t. XX, 1893, Bull. p. xxv.

Depuis lors j'ai encore reconnu la glauconie hervienne dans une fissure de la dolomie au lieu dit « Chauffour » sur la route de Onoꝝ à Spy.

TRADUCTIONS & REPRODUCTIONS

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE & D'HYDROLOGIE

(BRUXELLES)

ANNÉE 1894

BRUXELLES

POLLEUNIS ET CEUTERICK, IMPRIMEURS

37, RUE DES URSULINES, 37

TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS

LA QUESTION DES LIMONS QUATERNAIRES

L'importance qu'a pour la géologie quaternaire de la Belgique la question, encore si difficile, de la différenciation d'âge et d'origine de nos limons, la complexité des problèmes soulevés par leur mode de dépôt nous engagent à reproduire ici — ce que nous avons pu faire avec l'aimable assentiment de l'auteur, M. A. Briart — deux études non publiées précisément, mais autographiées à un tirage fort limité et qui font partie des *Annexes aux Procès-Verbaux autographiés de la Commission géologique de Belgique*.

Bien que ces études aient été distribuées aux membres de la Commission il y a déjà un certain temps, elles n'ont rien perdu de leur intérêt ni de leur actualité, et c'est précisément parce qu'elle n'ont pas été publiées typographiquement, ni mises dans la circulation générale, que nous croyons utile de les reprendre ici et de les mettre ainsi à même de servir de matériaux dans l'étude d'ensemble à laquelle donneront certainement lieu quelque jour les limons de la Belgique.

NOTE SUR LA PÉRIODE HESBAYENNE

PAR

M. Alphonse Briart.

Je crois que la période hesbayenne n'est pas *une*, comme on l'a cru jusqu'à présent et qu'elle doit être divisée en trois périodes, deux périodes glaciaires et une période interglaciaire : la plus ancienne correspondant au *limon des hauts plateaux* et la plus récente au *limon des plaines moyennes*.

Le limon des hauts plateaux n'est jamais fossilifère. Je le crois antérieur à l'arrivée, dans notre pays, des grands mammifères (Elephas,

Rhinoceros, etc.). Il est aussi antérieur à l'arrivée de l'homme, aucun silex taillé n'ayant, jusqu'aujourd'hui, été signalé ni à sa base ni dans son ensemble.

C'est pendant la période interglaciaire que ces grands animaux, ainsi que l'homme, ont vécu dans notre pays ; c'est vers la fin qu'est apparue la faune du Renne et autres animaux polaires.

C'est au commencement de cette période que se sont déposés les dépôts sableux de la Basse-Belgique et de la Hollande, entr'autres les sables campiniens, dont la place a toujours été fort discutée jusqu'à présent.

C'est vers le milieu et jusqu'à la fin de la période interglaciaire que se sont formés les marais de Lierre et de la Basse-Belgique, où se sont embourbés les grands pachydermes, etc., dont on retrouve les squelettes entiers.

Les squelettes de ceux qui mouraient en plaines émergées étaient, au contraire, entraînés et dispersés par les eaux torrentielles, ce qui leur a donné un aspect remanié.

C'est la fonte des glaciers de la première période qui a provoqué le premier grand creusement quaternaire des vallées à peine ébauchées, auparavant, sur nos terrains tertiaires.

Le limon des hauts plateaux a été raviné et enlevé en même temps que les sables bruxelliens et autres et on n'en trouve plus guère de traces à l'ouest de cette assise tertiaire.

Le limon des plaines moyennes a recouvert tous ces ravinements et vallées, sans atteindre la plus haute altitude du limon des hauts plateaux, mais pouvant cependant se trouver superposée à ce dernier dans les altitudes inférieures.

Le limon des hauts plateaux, comme le limon des plaines moyennes, quand ils sont d'une certaine épaisseur, sont formés de deux couches distinctes, *Ergeron* et *terre à briques*.

La base du premier est constituée par des cailloux roulés, de silex principalement ; la base du second, des mêmes cailloux probablement remaniés et de débris, à peine roulés parfois, de roches généralement peu éloignées.

La fin de la seconde période glaciaire a vu un second creusement quaternaire des vallées et des débris du limon des hauts plateaux et du limon des plaines moyennes se sont formés, par la suite et par ruissellement ou par l'action des vents, les limons des pentes et des plaines basses recouvrant fréquemment des débris romains ou de la tourbe récente.

Presque tous les géologues reconnaissent aux limons des hauts plateaux et des plaines moyennes, les caractères d'une sédimentation en eaux tranquilles, et en quelque sorte lacustre, de boues glaciaires provenant, soit de l'usure des roches sur lesquelles ont cheminé les glaciers, soit d'un lavage des moraines qui en auraient enlevé les parties les plus ténues, soit enfin de l'érosion des terres préexistantes par les grands cours d'eau ou le ruissellement.

Les deux limons quaternaires représenteraient donc les deux périodes glaciaires, dont on retrouve des traces indiscutables en Suisse d'abord, puis en Hollande, en Angleterre, en Allemagne, en Russie et, si je ne me trompe, en Scandinavie.

Ce fait important doit avoir laissé des traces dans notre pays et ces traces nous ne pouvons les trouver que dans les dépôts des deux limons.

La période quaternaire des grands pachydermes et de l'homme lui-même daterait donc, pour notre pays, de la fin du dépôt du limon des hauts plateaux. Cela ne veut pas dire que des dépôts plus anciens appartenant à la même époque géologique ou même à une phase anté-quaternaire, ou transitoire, ne puissent pas s'y rencontrer, mais leur étude sortirait de mon cadre.

Toutes ces idées sommaires seront développées ultérieurement.

Une objection pratique se présente. Sera-t-il possible de distinguer ces deux assises, si semblables minéralogiquement, sur la carte géologique? Je réponds : oui pour la partie dont je m'occupe, mais cette représentation offrira probablement de grandes difficultés dans le reste du pays.

Dans tous les cas, mon but est de sauvegarder l'idée scientifique. Je me réserve également d'examiner la cause de ces phénomènes.

De plus, l'idée de donner aux dépôts quaternaires les plus élevés en altitude une antiquité plus reculée qu'aux dépôts situés plus bas n'est pas nouvelle. Aussi, je ne réclame d'autre priorité que celle d'avoir appliqué cette théorie à la période hesbayenne.

J'ai essayé, dans le tableau suivant, de donner la légende stratigraphique de cette période, en même temps que la chronologie des phénomènes principaux qui s'y sont passés.

Morlanwelz, le 27 mai 1891.

DÉPOTS ET CHRONOLOGIE DE LA PÉRIODE HESBAYENNE.

Temps préglaciaires ou mieux préhesbayens.	Cailloux roulés des hauts plateaux.	Ébauche du creusement des vallées à travers les terrains tertiaires et autres.
Première période glaciaire.	Limon des hauts plateaux. 1 ^{er} dépôt de blocs erratiques.	Première extension glaciaire. Première inondation lacustre.
Période interglaciaire.	Diluvium caillouteux. Dépôts Mesviniens et suivants à silex taillés. Marais de Lierre et de la Haine, à Elephas.	Premier retrait des glaciers. Écoulement des eaux et inondations torrentielles. Premier creusement des vallées et dénudation de la Belgique occidentale. L'abondance des eaux diminue progressivement et les fleuves se creusent leurs lits. Longue période d'immersion et de réchauffement. Arrivée de l'homme et des grands animaux dans les plaines émergées. Faune du Mammouth. Refroidissement du climat amenant la faune du Renne, qui se mélange à celle du Mammouth. Celle-ci disparaît bientôt.
Deuxième période glaciaire.	Limon des plaines moyennes. Deuxième dépôt de blocs erratiques.	Seconde extension glaciaire. Seconde inondation lacustre. Réchauffement ou retrait des glaciers. Baisse des eaux par suite du creusement du Pas-de-Calais. Second creusement des vallées et autres phénomènes y relatifs. La faune du Renne disparaît de nos contrées.
Temps récents.		

NOTE SUR LES DIVERGENCES DE VUES dans la distinction des limons quaternaires

PAR

M. A. Briart.

Quand le Conseil de direction a proposé la légende de la Carte géologique de la Belgique, il n'entendait certainement pas faire une œuvre définitive, ni surtout éviter les divergences de vues quant à son interprétation. En effet, dans beaucoup de cas, les bases réelles de détermination font défaut et une grande part est laissée à l'arbitraire ou, si l'on veut, à l'appréciation des différents collaborateurs. Cela devait se produire surtout à propos du Quaternaire.

Le dépôt fait par moi de la planchette de Gosselies, à la séance du 11 novembre, en est un exemple. Les désignations des limons ne s'accordent pas avec celles des planchettes voisines.

Dumont avait compris sous le nom de limon hesbayen tous les limons de la Belgique, hormis les limons modernes, quels que soient leurs caractères paléontologiques, stratigraphiques ou autres et les altitudes auxquelles on les rencontre. Il s'était laissé guider uniquement par les caractères pétrographiques, lesquels, en effet, sont à peu près les mêmes partout et ne peuvent servir de base à une différenciation géologique.

Il a été reconnu, lors de la discussion de la légende nouvelle, qu'il ne pouvait plus en être ainsi et que les limons hesbayens de Dumont devaient subir des subdivisions comme appartenant à des époques distinctes. Une partie a été placée dans le Moséen sous la désignation de : *Q1o*; *Limon non ossifère des hauts plateaux de la Sambre et de la Meuse*. Une autre partie est conservée dans le hesbayen sous la désignation de : *Q3m*; *Cailloux, sable et limon grisâtre stratifié des flancs inférieurs et moyens des vallées principales et des plaines moyennes*. Ce sont ces deux termes que, dans mon Étude sur les limons hesbayens, j'avais désigné sous les noms de : *Limons des hauts plateaux et limons des plaines moyennes*.

Les traits distinctifs de ces deux ordres de dépôts sont : 1° le limon des hauts plateaux ne renferme jamais, ni dans sa masse ni dans les dépôts caillouteux de sa base, des débris de la faune quaternaire (Éléphants, Rhinocéros, Renne, etc.), tandis que le limon des plaines moyennes en renferme fréquemment. D'où nous avons conclu : 1° que le premier est antérieur à cette faune, tandis que le second lui est postérieur; 2° que le limon des hauts plateaux s'est étendu sur les plaines post-tertiaires de la Belgique, telles qu'elles étaient avant l'origine des phénomènes quaternaires.

Dans les régions dont je suis chargé de lever la carte, ces plaines se trouvaient entièrement recouvertes par les sables bruxelliens et par quelques lambeaux sporadiques de sables plus récents. Il en est résulté que ce limon des hauts plateaux s'est déposé au-dessus, en stratification presque parallèle. Plus tard se sont produits les grands ravinements de l'époque quaternaire. C'est dans ces ravinements, c'est-à-dire sur les flancs des collines et sur les plaines moyennes nouvellement formées, et sans plus respecter le parallélisme dont j'ai parlé plus haut, que s'est déposé, plus tard, le limon des plaines moyennes. Cela m'a conduit à la même conclusion que précédemment, c'est-à-dire que le premier limon ou des hauts plateaux est antérieur aux grandes érosions, tandis que le second ou des plaines moyennes leur est postérieur.

Telles sont les deux considérations principales, la première d'ordre paléontologique, la seconde d'ordre stratigraphique, sur lesquelles je base la distinction des deux limons.

Quand on se trouve dans les hautes régions de la moyenne Belgique, leur application est assez facile ; les deux dépôts sont assez nettement séparés. J'ai eu l'occasion de le montrer aux membres du Conseil de direction. Il en a été ainsi pour les planchettes de Binche, Morlanwelz, Gouy-lez-Piéton, Seneffe, Fontaine-l'Évêque. Mais quand on descend vers les plaines moins élevées du Brabant, il n'en est plus de même.

En fait, il est évident que les deux limons doivent se rencontrer ; or c'est précisément là qu'ils se rencontrent et c'est alors qu'arrive la confusion. C'est là que je me trouve en désaccord avec mes collègues partis de points opposés, de régions plus basses encore, où les caractères lithologiques semblent défier toute distinction. Je dis semblent défier, mais nous verrons plus loin qu'il n'en est pas tout à fait ainsi.

Qu'arrive-t-il, en effet, pour la planchette de Gosselies ? C'est que tous les limons y sont amenés par mes collègues du levé de la carte, soit de l'est par la planchette de Fleurus, soit du nord par la planchette de Genappe comme limons hesbayens *Q3*, quelle que soit leur position stratigraphique, et ils viennent rejoindre ceux que j'ai amenés de la planchette de Gouy-lez-Piéton et de plus loin en les distinguant en limon hesbayen *Q3* et en limon moséen *Q1*. Nous nous trouvons ainsi en présence d'une impossibilité de raccordement.

On peut discuter, il est vrai, la réalité de la distinction que j'ai établie pour la planchette de Gosselies et soutenir que cette distinction ne doit pas s'étendre jusque-là. Mais si cette manière de voir était admise, on ne ferait que reculer la question et nous pourrions être amenés, de proche en proche, à la suppression du limon non ossifère des hauts plateaux, c'est-à-dire d'un terme quaternaire formellement reconnu par la légende.

Je suis le premier à reconnaître que, si l'on vise à l'exactitude entière, la distinction est parfois d'une difficulté presque insurmontable. Mais vaut-il mieux laisser de côté la question scientifique plutôt que de la résoudre même imparfaitement? Je ne pense pas qu'une semblable doctrine puisse jamais être admise. Je ne l'ai, dans tous les cas, jamais supposé et, malgré la difficulté, j'ai essayé d'établir la distinction.

Je répète ici la règle qui, pour le territoire litigieux dont il est question, c'est-à-dire pour la planchette de Gosselies, m'a servi de base d'appréciation. Les limons les plus élevés et qui, condition essentielle, ont conservé le quasi parallélisme stratigraphique avec les assises bruxelliennes, appartiennent au limon des hauts plateaux ou moséen, tandis que ceux qui descendent dans les dépressions et s'étendent sur les assises géologiques inférieures, soit tertiaires, soit primaires, sont rapportés au limon des plaines moyennes ou hesbayen. En voici un exemple pris sur les lieux litigieux :

Il existe une vaste dépression de ce genre sur presque toute la bordure orientale de la planchette de Gosselies. Elle est surtout bien marquée vers le milieu de la planchette et s'avance assez loin du côté de Chassart. Les terrains tertiaires y ont été enlevés sur une grande étendue et le limon repose directement, quelquefois sur une épaisseur de plus de vingt mètres, sur les terrains primaires. Ces limons, pour moi, appartiennent aux plaines moyennées et sont hesbayens Q3. Tout autour de cette fosse se retrouvent les sables bruxelliens fréquemment surmontés d'un limon en couche assez puissante bien que n'atteignant jamais vingt mètres ; j'en ai fait du limon des hauts plateaux, ou moséen Q1.

Il y a plus ; les caractères lithologiques pourraient peut-être intervenir comme je le faisais pressentir plus haut. J'ai remarqué, en parcourant cette région, qu'en certains points l'assise inférieure, ou Ergeron, jouissait de la propriété qui lui a été reconnue depuis longtemps, de se maintenir en parois verticales. Cela m'a frappé dans différents chemins creux descendant à la vaste dépression dont j'ai parlé, mais jamais aux points culminants des plateaux. Or, cette propriété appartient principalement, dans le Hainaut, aux ergerons des plaines moyennes, et elle paraît surtout se manifester quand les limons se montrent sous de fortes épaisseurs. Je reconnais, du reste, que trop peu d'observations ont été faites pour en faire une règle à suivre.

Pour le cas qui nous occupe, la difficulté réside en ceci : les deux formations sont en contact ; elles se ressemblent autant que deux limons peuvent se ressembler ; mais où marquer la limite ? Je n'ai nullement la prétention de l'avoir résolue de façon à échapper à toute

contestation. Dans les cas de contact, la précision n'est pas possible : c'est question d'appréciation, de coup d'œil, comme pour marquer la limite du limon des pentes ou torrentiel au-dessus des limons quaternaires. Bien d'autres cas semblables se présentent en géologie, mais ils ne sont pas aussi à la vue, aussi saillants et c'est là la pierre d'achoppement.

On ne manquera pas non plus de m'objecter que la règle que je viens d'indiquer n'est pas applicable à toute la Belgique, que les assises bruxelliennes n'existent pas partout, qu'elles prennent fin aussi bien vers l'est que vers l'ouest, ce qui supprime la règle tant d'un côté que de l'autre. Comment faire alors ?

Je ferai remarquer d'abord que, vers l'ouest, si le Bruxellien est supprimé, c'est par suite de dénudations qui ont supprimé également le Moséen. Ce dernier n'y existant plus, tous les limons quaternaires de la région doivent appartenir, soit au Campinien, soit au Hesbayen.

Il n'en est pas de même vers l'est. Si le Bruxellien n'y existe pas partout, c'est que la mer bruxellienne y a eu ses rivages et ne s'est pas étendue bien au delà des limites actuelles des dépôts qui en sont restés. La superposition aux sables bruxelliens n'est qu'une condition toute locale et la non existence de ces sables n'implique pas nécessairement la non existence des limons moséens. J'en pourrais citer des cas nombreux dans les régions méridionales du pays et c'est probablement de ce côté que se rencontreraient les dépôts les plus typiques.

Quant à indiquer les moyens de distinguer les dépôts moséens sur les plaines du Brabant et de la Hesbaye d'où les sables bruxelliens sont absents, je déclare franchement que la chose m'est impossible, non parce que ces moyens n'existent pas, mais parce que je ne suis pas suffisamment familiarisé avec la géologie de ces régions. Les deux ordres de dépôts visés par la légende doivent y exister ; on doit trouver moyen de les indiquer sur la carte et, si l'exactitude des tracés laisse à désirer, si la question pratique n'est pas entièrement satisfaite, la question scientifique sera sauvegardée autant qu'elle peut l'être (1).

Le 12 décembre 1893.

(1) Ainsi que je l'annonçais dans ma première note, les idées dont je ne donnais qu'un simple aperçu ont été développées dans mon *Étude sur les limons hesbayens et sur les temps quaternaires en Belgique*, 1892. (Annales de la Société géologique de Belgique, tome XIX, Mémoires.)

Plusieurs de mes confrères de Belgique qui ont pu assister au Congrès géologique de 1894 tenu en Suisse, m'ont rapporté que la théorie de la dualité des grands phénomènes quaternaires y avait fait de grands progrès et que, grâce aux observations de plus en plus nombreuses des géologues de ce pays, d'où cette théorie est partie, les partisans des idées opposées y devenaient rares.

(Note de l'auteur ajoutée pendant l'impression.)

LA DURÉE DES TEMPS GÉOLOGIQUES

PAR

W. Upham.

A en juger d'après ce que nous savons du temps nécessaire à la formation des sédiments, le dépôt de toutes les stratifications rocheuses de la croûte terrestre aurait exigé un espace de temps allant de 73 millions à 680 millions d'années. Un grand nombre de géologues, n'examinant pas le sujet de près, considéreront sans doute comme un minimum le moins élevé de ces chiffres, eu égard à ce que leurs études leur ont fait connaître relativement aux longues périodes qu'exige le dépôt des roches et les changements opérés dans la flore et la faune depuis les temps anciens jusqu'au temps présent. Mais d'autres savants jugeront ces chiffres trop petits et parmi eux se trouve M. Mac Gee, qui, raisonnant aussi d'après ses études, indique 7 mille millions d'années comme étant la durée de la Terre à partir de la formation de ses premières roches fossilifères, et deux fois autant à partir de son existence planétaire.

D'un autre côté, des savants éminents, tels que Thomson, Tait, Newcomb, Young et Ball, qui ont approfondi ce sujet, en se basant sur la physique théorique et expérimentale, et sur ses rapports avec l'astronomie, pensent qu'on ne peut concéder aux géologues plus de 100 millions d'années, peut-être même seulement 10 millions depuis que la Terre s'est assez refroidie pour que la vie ait pu s'y développer.

Il n'est pas très difficile de fixer les rapports ou les longueurs relatives des ères géologiques successives, mais il l'est extrêmement de décider avec certitude le nombre, même approximatif, d'années nécessaires à la formation des roches stratifiées. Les moments géologiques les plus favorables à la détermination de ces longueurs sont les périodes glaciaire et moderne, cette dernière s'étendant de l'époque Champlain, ou dernière étape de l'âge glaciaire, jusqu'au temps présent; tandis que réunies, ces deux périodes complètent l'ère quaternaire. Si nous pouvions fixer seulement à peu près la durée de cette ère, depuis l'apparition des glaces jusqu'à présent, cette quantité connue servirait de multiplicateur dans les différents rapports destinés à nous faire connaître la durée des ères antérieures, tertiaire, mésozoïque, paléozoïque et archéenne, cette dernière nous reportant au temps où la Terre

molle et refroidie a été pour la première fois entourée d'une croûte solide.

Sir William Thomson, qui a étudié la distribution de la chaleur dans l'intérieur de la Terre, a conclu, de ce que la température va en augmentant de la surface au fond et de ce qu'elle perd par suite du rayonnement dans l'espace, que le temps écoulé depuis la consolidation de la surface du globe est de 20 millions à 400 millions d'années et que, très probablement, ce temps et les événements géologiques doivent être compris dans 100 millions d'années.

Le professeur George H. Darwin, tenant compte de l'influence exercée par le frottement des marées sur la rotation de la Terre, estime que 57 millions d'années seulement se sont écoulées depuis que la masse lunaire s'est détachée de la Terre molle et tournante, et longtemps avant la formation de la croûte terrestre. Partant des mêmes arguments et de la marche suivie par la déperdition de chaleur du Soleil, le professeur Guthrie Tait affirme que 10 millions d'années sont tout ce que la physique peut concéder à la géologie. Et le professeur Newcomb, mettant ensemble les résultats de ses recherches physiques et astronomiques, en conclut que : « si le Soleil avait, au commencement, rempli tout l'espace, la somme de chaleur produite par sa diminution jusqu'au volume actuel aurait été suffisante pour durer 18 millions d'années, avec un rayonnement tel que nous le voyons; 10 millions est donc l'extrême limite du temps que nous puissions accorder à l'existence de l'eau sur la Terre en tant que fluide ». Suivant ce même savant, non seulement la Terre mais le système solaire lui-même doivent avoir commencé à une époque qu'on ne peut encore calculer avec certitude, mais qui ne peut pas reculer au delà de 20 millions d'années.

Les géologues repoussent ces calculs, parce qu'ils réduisent par trop les longues périodes que l'étude de la formation des roches leur a révélées. Le premier calcul fait par sir W. Thomson leur paraît acceptable, mais ils ne peuvent admettre les opinions trop peu *libérales* des autres savants. Les raisonnements mathématiques qui font accepter par les mathématiciens la réduction des périodes, sont en désaccord avec les conditions actuelles du Soleil et de la Terre; toutefois, les géologues reconnaissent qu'ils sont utiles en ce qu'ils ont détruit la notion généralement répandue que les limites des temps géologiques remontent à l'infini, et il est certainement très intéressant de rechercher comment les témoignages contradictoires de la physique et de la géologie peuvent être amenés à s'accorder.

Parmi les moyens qu'offre la géologie pour mesurer exactement l'âge

de la Terre, le plus sûr est sans doute celui qui consiste à comparer la marche actuelle de la dénudation des espaces continentaux avec le dépôt des couches épaisses, pendant les différentes divisions du temps. Or, le taux de l'ablation lente du bassin des rivières, par suite du transport des dépôts vers la mer, varie entre un pied enlevé de 730 ans de la vallée du Pô, et un pied enlevé de la vallée du Danube en 6800 ans. Alfred Russel Wallace prend comme moyenne, pour toutes les rivières du monde, la diminution de un pied par 3000 ans (1). Les dépôts descendent à la mer jusqu'à 30 milles environ de la côte ; or, la ligne entière de côtes de la Terre ayant une longueur de 100 000 milles (d'après MM. Croll et Wallace), il s'ensuit que la somme des dépôts recouvre une surface d'environ 3 000 000 de milles carrés. Cette surface est un 19^e de la surface terrestre du globe ; les dépôts s'y forment donc 19 fois aussi vite que le pays se dénude, soit au taux de 19 pieds de couches stratifiées par 3000 ans, ce qui donne un pied par 158 ans. Wallace compare à ceci le maximum total des dépôts rocheux des différentes époques géologiques, mesurés partout où on les a trouvés parvenus à leur plus grand développement. Le professeur Samuel Haughton évalue leur masse à 177 200 pieds qui, multipliés par 158, donnent environ 28 000 000 d'années comme espace de temps requis pour le dépôt des couches rocheuses dans les différents endroits où elles sont les plus considérables et où elles ont été le mieux à l'abri de l'érosion.

La plupart des lecteurs concluront de ce qui précède que l'estimation est plutôt trop forte que trop réduite ; tandis que ceux qui sont mieux au courant de la stratigraphie de la Terre, la jugeront probablement trop faible. Toutefois, tous devront reconnaître que l'argument repose sur des bases mal déterminées, puisque la surface totale des espaces terrestres et les profondeurs des océans ont probablement été en augmentant au cours des ères géologiques et que l'effet des marées a été en diminuant. L'insuffisance des données géologiques, si bien démontrée par Charles Darwin, à propos de la présence successive dans les roches de plantes et d'animaux fossiles, témoignera aussi contre l'assertion que les 177 200 pieds ou 33 1/2 milles de couches sont une représentation exacte des conditions de la Terre. Cependant, à mes yeux, cette objection n'est pas fondée parce que, en traversant des espaces considérables, on a pu constater l'existence de dépôts continus opérés pendant plusieurs époques géologiques ; en combinant les coupes où se rencontrent ces dépôts, on a un tableau de la sédimentation générale

(1) Voyez sur ce sujet le numéro du 1^{er} mars de *Ciel et Terre*, p. 4.

opérée depuis le début de l'époque paléozoïque jusqu'aujourd'hui. Mais peut-être ferons-nous bien de changer les bases de notre calcul en considérant les vastes espaces où des couches de roches sont encore à trouver, ceux qui sont privés de pluie et qui n'ont, par conséquent, aucun drainage vers la mer. Supposons que le maximum total des couches monte à 50 milles et que le taux moyen de la dénudation terrestre soit seulement d'un pied pour 6000 ans, le résultat sera trois fois plus fort qu'auparavant, soit 84 000 000 d'années pour le dépôt des roches stratifiées.

Wallace, afin de confirmer l'exactitude de son estimation de 28 000 000 d'années, cite les estimations résultant des rapports des temps géologiques fixés par Lyell et par Dana, puis la théorie astronomique des causes de l'époque glaciaire, qui attribue l'accumulation des couches de glace à des états successifs de forte excentricité de l'orbite de la Terre. La période glaciaire quaternaire a, d'après cette théorie, une longueur d'environ 160 000 années, de 240 000 à 80 000 années en venant vers nous. L'époque de grande excentricité antérieure était à environ 850 000 années de nous et c'est à ce temps que se rapportent les grands blocs glaciaires des couches miocènes, qu'on trouve dans l'Italie septentrionale. Cette indication, jointe aux rapports de temps pour l'ère tertiaire et les ères antérieures s'explique comme suit dans *l'Island life*, de Wallace (chapitre X) :

« Sir Charles Lyell, se basant sur la durée des changements subis
» par les mollusques, a estimé le temps qui s'est écoulé depuis le com-
» mencement de l'ère miocène comme étant le tiers de l'ère tertiaire,
» et celle-ci comme un quart du temps géologique écoulé depuis la
» période cambrienne. D'un autre côté, le professeur Dana donne à
» l'ère tertiaire un cinquième seulement des périodes mésozoïque et
» paléozoïque combinées. En admettant l'évaluation ci-dessus (que le
» temps depuis l'époque miocène glaciaire a été de 850 000 années),
» évaluation fondée sur la date des phases de forte excentricité, nous
» arrivons, selon Lyell, à environ quatre millions d'années pour
» l'époque tertiaire, et seize millions d'années pour le temps écoulé
» depuis l'ère cambrienne, et selon Dana à soixante millions. L'éva-
» luation qui se base sur la marche de la dénudation et celle des
» dépôts (28 millions d'années) est à peu près à mi-chemin de ces deux
» termes; en tous cas, il est satisfaisant de voir que des différents cal-
» culs résultent des nombres d'un même ordre de grandeur, ce qui est
» tout ce qu'on peut attendre d'un sujet aussi hypothétique. Le temps
» auquel on arrive ainsi est considérablement moindre que celui évalué
» d'ordinaire par les géologues, et il reste assez exactement dans les

» limites de la durée de la Terre, telles que les a calculées sir William
» Thomson, pour permettre d'attribuer au développement des orga-
» nismes inférieurs, antérieurement à la période cambrienne, un
» temps plus grand de beaucoup que celui qui s'est écoulé entre cette
» période et l'époque actuelle. »

Le professeur Houghton a calculé les rapports de temps fournis par deux séries de données. Les résultats qu'il a obtenus, déduits de l'épaisseur maximum des couches pour les trois grandes divisions des époques archéenne et paléozoïque, exprimées en pour cent, sont 34.3 : 42.5 : 23.2, et déduits de ses calculs sur le refroidissement séculaire de la Terre, 33.0 : 41.0 : 26.0. Considérant la marche actuelle de la dénudation et l'épaisseur maximum des couches, il obtient, pour toute la durée des temps géologiques, un minimum de 200 000 000 d'années. A mon avis, cette évaluation est plutôt trop forte que trop faible; mais la longueur du temps archéen ou pré-cambrien semble proportionnellement beaucoup plus forte qu'on ne l'admet ici.

Les rapports indiqués par MM. Dana et Winchell, en se basant sur l'épaisseur des couches rocheuses, s'accordent parfaitement, les durées des temps paléozoïque, mésozoïque et cénozoïque étant l'une à l'autre comme 12 : 3 : 1. Les ères tertiaire et quaternaire, cette dernière s'étendant jusqu'au temps présent, s'unissent pour former l'ère cénozoïque. Le professeur Dana a, en outre, hasardé la supposition que ces trois grandes ères, du commencement de l'ère cambrienne au moment actuel, comprennent 48 000 000 d'années, dont 36 000 000 pour l'ère paléozoïque, 9 000 000 pour l'ère mésozoïque et 3 000 000 pour l'ère cénozoïque. Il repousse cependant toute présomption que ces chiffres soient « une évaluation même approximative de l'espace de » temps, mais seulement des longueurs relatives de ces espaces et spécialement pour rendre évident le fait que ces espaces étaient *très* » *longs* ».

Le professeur Davis, évitant de donner un chiffre défini d'années, essaie de faire comprendre ce que les évaluations de rapports géologiques signifient réellement, en les transportant sur une échelle linéaire. Partant de la période récente ou post-glaciaire, depuis la fonte de la couche de glace nord-américaine, qu'il place à deux pouces, il estime que le déversement de la gorge de l'Hudson peut s'exprimer par une distance de dix pieds; que les traces reptiliennes triassiques dans le grès du Connecticut seraient à 50 pieds; la formation des couches de charbon de Pensylvanie à 80 ou 100 pieds, et que les trilobites cambriens de Braintree (Massachusetts) seraient à 200, 300 ou 400 pieds de nous.

Des rapports de ce genre, d'accord entre eux, provenant de données fournies par des observateurs différents, mais en somme assez vagues, suffiront ici à nous faire connaître le facteur par lequel ils doivent être multipliés pour avoir l'évaluation exacte, en années, des périodes et ères géologiques? Si l'échelle de Davis indiquait avec précision le temps écoulé depuis la fonte de la couche de glace, nous pourrions déterminer à peu près (et en laissant une certaine marge pour les erreurs probables) combien de temps s'est passé depuis la formation des traces triassiques, le dépôt du charbon et le recouvrement des trilobites par les ardoises cambriennes. Or, cette dernière division des faits géologiques succédant à la période glaciaire, est la seule qui fournisse assez de données pour permettre une estimation exacte de sa durée. « L'invasion glaciaire à laquelle la Nouvelle-Angleterre et » d'autres contrées septentrionales ont échappé en dernier lieu », remarque Davis, « était préhistorique, et pourtant elle ne doit pas » être regardée comme ancienne ».

Dans certaines localités, il est possible de calculer la marche de l'érosion des gorges au-dessous des chutes d'eau; la longueur de la gorge post-glaciaire, divisée par la marche du recul des chutes, donne approximativement le temps écoulé depuis la période glaciaire. Des mesures de ce genre, prises dans la gorge et aux chutes de San-Antonio par le professeur Winchell, indiquent la longueur de la période post-glaciaire ou récente comme étant d'environ 8 000 ans; d'après des observations faites au Niagara, M. Gilbert lui attribue 7 000 ans. La marche de la dénudation des côtes par l'action des vagues, au lac Michigan, et l'accumulation des sables qui en résulte, donnent lieu de croire au Dr Andrews que la couche de glace a disparu de cette contrée il y a 7 500 ans. D'après des dépôts observés à Northampton (vallée du Connecticut, Massachusets), M. Emerson pense qu'il ne s'est pas écoulé plus de 10 000 ans depuis la période glaciaire. Gilbert et Russell n'évaluent pas à davantage le temps écoulé depuis le dernier grand soulèvement des lacs quaternaires Bonneville et Lahoutan, qui se trouvent dans le vaste et aride bassin de drainage intérieur, soulèvement qu'on croit contemporain des immenses couches de glace de la partie septentrionale de l'Amérique.

Le professeur James Geikie affirme que les instruments ou ustensiles paléolithiques ont disparu et que les Européens primitifs ont fabriqué des instruments néolithiques antérieurement au recul de la couche de glace de l'Écosse, du Danemark et de la péninsule scandinave; et Prestwich émet l'opinion que l'aurore de la civilisation en Égypte, en Chine et dans l'Inde doit avoir coïncidé avec la congélation du nord

de l'Europe. Dans le pays de Galles et dans le comté d'York, la marche de la dénudation des roches calcaires, sur lesquelles reposent les cailloux roulés, est regardée par M. Mac Intosh comme la preuve qu'il ne s'est pas écoulé plus de 6 000 ans depuis le dépôt de ces cailloux. La hauteur verticale de la dénudation, environ six pouces, est la même à peu près que celle que sir William Logan et le Dr Robert ont observée dans la partie méridionale de la province de Québec ; ici des veines de quartz, coupé de stries glaciaires, atteignent certaines hauteurs ne dépassant pourtant pas un pied au dessus de la roche calcaire qu'elles renferment.

Une autre indication du peu de temps (géologiquement parlant) qui sépare la fonte définitive de la couche de glace de l'Amérique anglaise du temps présent, se trouve dans la conservation presque parfaite des stries glaciaires et dans le poli des surfaces des roches les plus dures. Le Dr Bell en parle ainsi : « Au promontoire de Portland, sur la côte est » de la baie d'Hudson, par 58° de latitude, les hautes collines » rocheuses sont complètement *glaciées* (glaciated) et dénudées. Les » stries paraissent aussi fraîches que si la glace les avait quittées seulement hier. Lorsque le Soleil donne sur ces collines après qu'elles » ont été mouillées par la pluie, elles brillent comme les toits de zinc » de la ville de Montréal. »

Ces nombreux témoignages, indépendants les uns des autres et qui se corroborent tous, peuvent faire admettre comme pratiquement démontré que les couches de glace ont disparu de l'Europe et de l'Amérique septentrionale il y a 6 000 ou 10 000 ans ; et ayant ainsi trouvé un des termes de la division des temps géologiques, il deviendra aisé de fixer les autres par induction. Les deux pouces admis comme représentant la partie post-glaciaire de l'ère quaternaire peuvent valoir 8 000 ans ; puis, conformément aux estimations proportionnelles de Davis, la période triassique est éloignée de nous de 2 400 000 années, la période carbonifère de 4 ou 5 millions d'années et la période cambrienne de 2 ou 4 fois autant. En remontant encore, les premiers fossiles cambriens seront âgés de 20 ou 25 millions d'années et le commencement de la vie sur la Terre date probablement de deux fois autant.

Si nous essayons de remplacer nos mesures du temps post-glaciaire par les indications du professeur Dana, nous sommes arrêtés d'abord par la difficulté de fixer sa longueur par rapport à la période glaciaire, puis d'établir le rapport qui existe entre ces deux époques et l'ère tertiaire. On pourrait faire un gros livre de toutes les opinions émises par les *glacialistes* au sujet de l'âge glaciaire, de son histoire, de ses

étonnantes vicissitudes climatologiques et des mouvements d'élévation et d'abaissement des terres recouvertes par la glace. Plusieurs glacialistes éminents, James Geikie, Wahnschaffe, Penck, de Geer, Chamberlin, Salisbury, Shaler, Mac Gee et d'autres, sont d'avis que l'âge glaciaire est complexe ; qu'il se compose de plusieurs époques de glaciation, séparées par des époques inter-glaciaires, douces et tempérées, pendant lesquelles les glaces disparaissaient complètement ou presque complètement. Le D^r Geikie, dans un travail récent, établit cinq époques glaciaires distinctes, indiquées par des lits fossilifères et par quelques autres données climatiques. M. Mac Gee reconnaît, pour l'Amérique, au moins trois époques glaciaires. La théorie astronomique de Croll attribue l'accumulation des couches de glace à des cycles réguliers mettant la Terre alternativement dans l'aphélie et le périhélie tous les 21 000 ans, aux moments de plus grande excentricité de l'orbite terrestre. La dernière période de ce genre a eu lieu, ainsi qu'on l'a dit, de 240 000 à 280 000 ans, laps qui permet la succession de sept ou huit cycles avec leurs alternatives de conditions glaciaires et inter-glaciaires. L'existence supposée d'époques inter-glaciaires donne beaucoup d'appui à cette opinion, mais les calculs faits récemment sur la brièveté géologique du temps depuis lequel les couches de glace ont disparu du nord de l'Amérique et de l'Europe, rendent clair aux yeux des quelques géologues qui croient à la dualité ou à la pluralité des époques quaternaires glaciaires, qu'aucune cause astronomique n'a pu donner lieu à l'âge glaciaire et que celui-ci provient exclusivement de causes géographiques.

Les glacialistes qui rejettent l'ingénieuse et brillante théorie de Croll, invoquent l'altitude pré-glaciaire considérable du pays comme cause principale de l'accumulation des glaces, et citent comme preuve de cette altitude les fiords et les vallées sous-marines qui, sur les côtes de la Scandinavie et sur celles (atlantique, pacifique et arctique) de l'Amérique du Nord, descendent à 1 000, 3 000 et 4 000 pieds au-dessous du niveau de la mer et témoignent ainsi de l'existence, sur ces espaces continentaux, d'anciens relèvements du sol, dépassant de beaucoup nos hauteurs actuelles. Mais sous le poids de ces énormes masses de glace, la Terre s'est effondrée, de sorte que lorsque la glace eut atteint son maximum d'épaisseur et de surface, et pendant sa disparition, les espaces qu'elle avait recouverts se trouvèrent plus bas qu'à présent et se relevèrent subséquemment. Cette manière d'envisager les diverses conditions de l'âge glaciaire est partagée par Dana, Leconte, Wright, Jamieson et d'autres, y compris l'auteur de ce travail. Il semble qu'elle s'accorde, soit avec la doctrine

de deux ou plusieurs époques glaciaires pendant l'ère quaternaire, soit avec celle d'une seule couche déposée en une seule époque glaciaire, ainsi que l'admettent, comme étant plus probable, Wright, Prestwich, Lamplugh, Falsan, Holst et d'autres. Pour ce qui me concerne, après avoir d'abord accepté deux époques glaciaires avec un long intervalle de chaleur, la continuité essentielle de l'âge glaciaire m'a paru une hypothèse préférable, en attendant qu'on ait pu peser toutes les preuves pour et contre. Les arguments en faveur ont été très bien établis par le professeur Wright. S'il n'y avait qu'une seule époque de glaciation, avec des avances et des reculs de la croûte de glace modérés, et suffisants pour permettre l'intercalation de restes d'animaux et de plantes, la durée de l'âge glaciaire pourrait n'avoir été que de quelques dizaines de milliers d'années. A ce sujet, le professeur Prestwich s'exprime comme suit : « Pour les raisons données, je crois » possible que l'époque glaciaire, c'est-à-dire l'époque d'extrême froid, » n'ait duré que de 15 000 à 20 000 ans, et c'est d'après les mêmes » raisons que je voudrais limiter le temps de... la fonte de la couche » de glace à 8 000, 10 000 années ou moins. »

D'après ces estimations, qui me paraissent acceptables, la longueur probable des époques glaciaire et post-glaciaire réunies serait de 30 000 ou 40 000 ans, plus ou moins ; mais une époque précédente, égale ou beaucoup plus longue, pendant laquelle les surfaces recouvertes de glace furent élevées à de grandes hauteurs, pourrait vraisemblablement être comprise dans l'ère quaternaire, qui alors compterait 100 000 années. Pour connaître les longueurs relatives des époques tertiaire et quaternaire, le meilleur moyen est d'observer les changements qu'ont subis la faune et la flore depuis le commencement de l'ère tertiaire, en se servant principalement de la faune des mollusques comme point de comparaison. Un très petit nombre d'espèces de mollusques ont changé ou disparu pendant les périodes glaciaire et récente, et la presque totalité des espèces a pris naissance à partir du début éocène de la période tertiaire. A en juger d'après cela, l'ère tertiaire est cinquante ou cent fois plus longue que l'âge glaciaire et les temps suivants ; en d'autres termes, elle peut avoir duré 2 000 000 ou même 4 000 000 d'années. Prenant une moyenne, soit 3 000 000 d'années, pour le temps cénozoïque ou les âges tertiaire et quaternaire ensemble, nous aurons précisément la valeur des rapports de Dana tels qu'il les établit lui-même, à savoir : 48 000 000 d'années depuis le commencement de la période cambrienne. Mais les types variés de la vie animale dans les premières faunes cambriennes impliquent un long temps antérieur comme nécessaire à leur développe-

ment. Suivant ces rapports, donc, le temps exigé par le dépôt des roches stratifiées de la Terre et le développement de sa vie végétale et animale doit être environ de 100 000 000 d'années.

En examinant les différentes évaluations géologiques et les rapports indiqués par Lyell, Dana, Wallace et Davis, leur accord nous porte à croire à leur exactitude, cet accord étant aussi complet que la nature du problème le comporte, et aussi parce qu'elles restent dans la limite des 100 millions d'années que sir William Thomson admet comme résultant de données physiques. Cette limite de durée géologique probable semble devoir remplacer les suppositions illimitées des géologues et des écrivains d'autrefois sur l'évolution de la vie et l'idée que le temps dont ils disposaient était infini. Les sciences naturelles n'ont fourni, dans le siècle actuel, aucune conclusion plus importante que celle-ci, ni de nature à modifier en quoi que ce soit nos conceptions du sujet.

L'erreur commise par W. Mac Gee dans l'évaluation dont il a été question au commencement de ce travail, provient de ce qu'il a donné trop de créance à la théorie de Croll sur l'origine de la période glaciaire; il conclut de cette théorie que la période glaciaire a été très longue et que les couches de glace proviennent de conditions astronomiques, alors que la contrée, pendant la période glaciaire, avait à peu près sa hauteur actuelle, seulement avec des dépressions et des relèvements peu accentués. Déduisant ses rapports du temps glaciaire et post-glaciaire, et de l'époque quaternaire ou tertiaire à laquelle appartient la formation Lafayette, et aussi de l'érosion produite par les courants, Mac Gee a supposé les conditions d'alors semblables à celles d'à présent, de telle sorte que les durées relatives de ces époques peuvent être calculées d'après l'érosion des vallées sous l'action des eaux. Mais il paraît préférable, ainsi qu'on l'a remarqué, d'attribuer l'âge glaciaire à une grande élévation de la contrée, d'où résulterait que l'action des courants aurait des effets beaucoup plus rapides que si la contrée était aussi peu élevée qu'à présent. Avec une altitude des côtes de l'Atlantique et de toute la région à l'ouest, plus élevée de 3 000 pieds qu'actuellement, le ravinement des vallées aurait pu aller vingt ou cent fois plus vite qu'aujourd'hui, et même, près de la côte, mille fois plus vite. Le facteur dont se sert W. Mac Gee pour multiplier les anciens rapports et les changer en années, est évidemment beaucoup trop fort, et, par suite, il donne pour toutes les ères géologiques et pour l'âge total de la Terre des chiffres vingt fois ou cent fois trop élevés.

Non moins que les géologues, les anthropologistes ont intérêt à

connaître les estimations de la longueur des périodes glaciaire et récente, car la plus ancienne preuve de l'existence de l'homme leur est fournie par l'âge glaciaire, tant en Europe que dans l'Amérique du Nord. Nous bornant aux observations qui prouvent que des hommes vivaient sur notre continent au temps où sa partie septentrionale était recouverte de glace, nous voyons un grand nombre de localités indépendantes et très séparées les unes des autres offrir des preuves de la présence de l'homme pendant la période glaciaire. Au sud du lac Iroquois, et sous la couche de gravier et de sable qui le borde, on a découvert des bois taillés, des cendres et des pierres, préparatifs évidents d'une construction grossière, enfouis à 18 pieds environ au-dessous de la surface. Le lac Iroquois était endigué au nord-est par le recul de la glace continentale; il s'est écoulé par la Mohawk et l'Hudson. La construction dont il s'agit fut faite, suivant W. Gilbert, « peu après l'établissement du déversement dans la Mohawk et pendant son cours ». Il faut attribuer à une phase beaucoup plus ancienne du recul glaciaire les énormes dépôts de gravier de la rivière Delaware, au voisinage de Trenton, dans lesquels le Dr Abbott, le professeur Putman et d'autres, ont trouvé de nombreux ustensiles paléolithiques et des fragments taillés d'argilite. Un peu plus au sud, dans la Delaware, M. Hilborn Cresson a découvert des outils paléolithiques semblables, appartenant à une époque encore plus reculée de l'âge glaciaire et dont le dépôt remontait probablement au moment d'extension maximum de la couche de glace. Les autres localités où des instruments paléolithiques, fabriqués au moment de l'absence de la glace, ont été découverts dans les lits de sable et le gravier glaciaires, sont Newcomerstown, sur la rivière Tuscarora, Ohio oriental; Loveland et Madisonville, sur la rivière Miami, Ohio sud-ouest; Médora, sur la branche orientale de la White River, Indiana meridional; et Little Falls, sur le haut Mississipi, Minnesota central. M. J.-B. Tyrrell a trouvé aussi des fragments de quartzite, taillés évidemment par la main de l'homme, et contemporains du gravier et du sable de la baie, sur le bord du lac Agassiz; celui-ci, formé dans le bassin de la rivière du Nord et du lac Winnipeg par la barrière de glace. A l'ouest des Montagnes rocheuses, M. Mac Gee a encore découvert un pic en pierre dans le dépôt du lac quaternaire Lahontan; et des mortiers, des pilons en pierre, et même des os humains, y compris le fameux crâne de Calaveras, ont été recueillis dans les graviers mêlés d'or sous la lave de la Montagne de la Table (Californie), par MM. Whitney, King, Becker, Wright et d'autres. Quoique ces graviers se trouvent au sud de la couche de glace continentale, ils se rapportent géologiquement à la période pléistocène ou glaciaire.

On a d'abord pensé que les découvertes californiennes prouvaient la présence de l'homme durant la période pliocène et bien avant l'âge glaciaire ; mais aucun lieu du monde n'a fourni de preuve indiscutable de cette ancienneté de l'homme. Ainsi que l'a dit le professeur Leconte, dans la séance de l'American Association du mois d'août 1892, la présence de l'homme, au point où en sont nos connaissances positives, ne remonte pas au delà de l'ère quaternaire, bien que ses précurseurs anthropoïdes puissent avoir paru aux époques pliocène ou miocène et avoir commencé de là leur progrès vers la condition actuelle de prééminence intellectuelle et morale où nous voyons la race humaine (1).

W. UPHAM.

(1) Extrait de *Ciel et Terre* (Mai 1894) d'après l'*American Journal of Science*, 3^e série, vol. XLV.

LES LIGNES DIRECTRICES

DE LA GÉOLOGIE DE LA FRANCE (1)

PAR

Marcel Bertrand,

Ingénieur en Chef des Mines

Professeur à l'Ecole supérieure des Mines.

Élie de Beaumont écrivait en 1841 : « Les lignes géologiques qui déterminent les contours des masses minérales, dessinent, en quelque sorte, le squelette d'une contrée, tandis que les lignes hydrographiques ne représentent que les traits purement extérieurs, qui, sur un même visage, varient avec les années. » Et c'est en négligeant ces « traits purement extérieurs » qu'il a donné le premier, dans l'*Introduction à l'Explication de la Carte géologique de la France*, l'exposé magistral des divisions naturelles du sol français et de leur liaison avec la structure géologique du pays. C'est d'abord au centre le « dôme de l'Auvergne » ou, pour mieux dire, l'ensemble du massif montagneux auquel on a donné le nom de Plateau Central : « Tout semble fuir en divergeant de ce centre élevé... Il domine tout ce qui l'entoure, et ses vallées divergentes versent les eaux dans toutes les directions ; les routes s'en échappent en rayonnant comme les rivières qui y prennent leur source. » En avant de ce « pôle de répulsion » est le bassin de Paris, contre-partie en creux du relief central, dont les différentes assises « usées inégalement par les révolutions du globe, forment comme une série de moulures concentriques les unes aux autres ». Trois massifs montagneux d'inégale importance, la Bretagne, l'Ardenne et les Vosges, restes d'anciennes barrières abaissées par le temps, accentuent localement les limites de ce bassin, qui s'ouvre librement vers le nord. Au sud les grandes murailles des Alpes et des Pyrénées, plus hautes parce qu'elles sont de construction plus récente, séparent la France des péninsules méditerranéennes et isolent, sur le bord du Plateau Central, deux larges dépressions intermédiaires,

(1) Cet article, extrait de la *Revue générale des sciences pures et appliquées* (N° du 30 septembre 1894) est reproduit ici avec l'assentiment de l'auteur et du Directeur de la Revue.

celle de l'Aquitaine et celle de la vallée du Rhône, reliées respectivement au bassin de Paris par le seuil du Poitou et par le seuil morvano-vosgien. Enfin un dernier noyau montagneux d'une faible étendue, celui des Maures et de l'Esterel, « se distinguant à la fois par sa composition et par son ancienneté », comble une partie de l'intervalle compris entre les Alpes et les Pyrénées. Les progrès de la Géologie n'ont rien changé d'essentiel au cadre tracé par Élie de Beaumont, et il n'est pas à espérer qu'une image plus frappante puisse jamais, pour bien mettre en lumière *les limites des masses minérales* de notre sol, se substituer avec avantage à celle de cette forteresse centrale, entourée du large vallonnement que forme l'ensemble des trois fossés ou trois grandes vallées de la Seine, de la Garonne et du Rhône, flanquée au nord de ses trois bastions démantelés, la Bretagne, l'Ardenne et les Vosges, et défendue vers le sud par les hauts remparts des Alpes et des Pyrénées.

Il faut bien le dire pourtant : si l'image est frappante, elle est superficielle, ou, pour parler plus justement, elle ne montre que la façade. Si importants que soient les traits ainsi mis en évidence, ce sont, eux aussi, au moins en partie, des *traits extérieurs*, susceptibles, comme les lignes hydrographiques, quoique moins rapidement, de varier avec les années. Une dénudation de quelques centaines de mètres nous forcerait à changer la description : cette description, en effet, ne laisse rien pressentir ni du passé qui a amené l'état actuel, ni des changements que l'avenir peut apporter à cet état. Elle donne un groupement naturel pour la géographie géologique de la France ; elle ne le donne pas, ou le donne insuffisamment, pour l'histoire de la formation du sol français. Peut-on aller plus loin ? Peut-on comparer les continents ou les parties de continents comme la France, à des édifices construits d'après un plan fixe et déterminé ? Et si ce plan existe réellement, pouvons-nous avoir l'espoir de le reconstituer, au moins en partie, de retrouver quelques lignes directrices, autour desquelles se sont coordonnées les différentes phases de la construction, en dépit des interruptions ou des démolitions partielles ?

E. de Beaumont s'est aussi posé ce problème, quoique sous une forme un peu différente, et il a proclamé que ces lignes directrices, si elles existent, ne peuvent être que les chaînes de montagnes, ou, plus généralement, les zones de soulèvement de l'écorce terrestre ; en étudiant la disposition de ces zones, telles qu'elles étaient alors connues, à la surface de la Terre, il crut reconnaître qu'elles s'ordonnaient suivant un réseau géométrique, et qu'elles coïncidaient respectivement avec des grands cercles du *réseau pentagonal*. Il est inutile de se demander aujourd'hui si l'on peut voir, en aucun cas, une loi naturelle

dans celle qui nous montrerait ainsi les lignes de déformation sautant brusquement et sans ordre apparent, d'un cercle à un autre, et si la symétrie un peu factice d'un réseau simple, indéfiniment enrichi ou compliqué par un mode de dérivation géométrique, peut compenser la discontinuité flagrante d'un pareil système; il suffit de rappeler que le progrès des observations a définitivement condamné ce premier essai de systématisation.

Une autre idée s'est fait jour dans ces derniers temps : les lignes de déformation de l'écorce ne forment pas un réseau géométrique, mais elles sont fixes. Les plissements aux différentes époques se reproduisent suivant les mêmes lignes, avec des intensités inégales, tantôt plus énergiques en un point, tantôt en un autre, mais dessinant à la surface de notre globe un réseau de position invariable, dont quelques traits sont en quelque sorte soulignés par les chaînes de montagnes. Si cette idée est exacte, on pourrait d'abord chercher à l'expliquer en supposant que les efforts déterminés par le refroidissement terrestre produisent, en chaque point, une résultante toujours dirigée dans le même sens. Mais, comme on sait d'ailleurs, ainsi que je l'ai expliqué dans un précédent article (1), que les grandes chaînes de montagnes ont un tracé grossièrement circumpolaire, il en résulterait que les méridiens iraient en se raccourcissant plus que les parallèles. La valeur de l'aplatissement est trop voisine de celle qui conviendrait à l'équilibre d'une masse liquide animée du même mouvement de rotation que la Terre, pour qu'on puisse admettre cette conséquence; il faut donc que ce soit seulement une décomposition des efforts développés qui les amène à agir toujours dans le sens des mouvements antérieurs, et que, par conséquent, le réseau principal, ou réseau circumpolaire, se complète par une série de lignes perpendiculaires aux premières. Ce serait ce double réseau de lignes orthogonales qui formerait les lignes directrices de la déformation du globe et de la construction graduelle de nos continents.

Ce réseau d'ailleurs ne sera pas nécessairement marqué en traits toujours aussi accentués qu'on serait tenté de le prévoir. Il semblerait que, si les voûtes formées dans l'écorce vont toujours en s'accroissant dans le même sens, bordées de chaque côté par des fossés qui ne cessent de s'approfondir, les lignes de reliefs et les lignes de rivages devraient à peine se déplacer et rester, elles aussi, assujetties à la même loi de fixité. Il n'en est pas ainsi, d'abord parce que les mouvements de plissements se compliquent de mouvements moins réguliers

(1) Voyez à ce sujet l'article de la *Revue générale des Sciences* du 15 janvier 1892, reproduit dans le *Bull. de la Société belge de Géologie*, Vol. VI, 1892, Pr.-Verb., p. 13 et suiv.

d'exhaussements et d'affaissements régionaux, mais surtout parce qu'une loi naturelle tend, d'une manière constante, à ramener la surface vers la forme régulière d'équilibre, en nivelant les saillies par les phénomènes de dénudation, et en comblant les creux par les phénomènes de sédimentation. Nulle loi n'est indiquée d'une manière plus claire et plus irréfutable par les témoignages concordants de l'histoire géologique : à presque toutes les époques, nous voyons en certains points s'accumuler des milliers de mètres de sédiments, dont en général la presque totalité, dont au moins quelques-uns, dès la base, sont des sédiments littoraux, poudingues ou grès grossiers, déposés dans des eaux peu profondes. L'accumulation suppose alors nécessairement un affaissement corrélatif du fond : ainsi le pays de Galles s'est affaissé de dix mille mètres pendant la période silurienne ; l'Ardenne, de cinq à six mille mètres pendant la période dévonienne ; la Silésie et le bassin de Saarbrück, de dix mille mètres pendant la période carbonifère ; un affaissement égal et supérieur à la plus grande profondeur des océans actuels semble un fait fréquent et ordinaire dans l'histoire du globe ; mais à la place où il s'est produit, on trouve à la fin de la période, non pas une fosse océanique, mais au contraire un fond bas et nivelé ; le remplissage a marché de pair avec la formation de la cuvette. De même, quoiqu'avec moins d'évidence, des chaînes de montagnes, à peine formées, semblent s'effacer et disparaître : dans nos régions la mer, dès le début de l'ère secondaire, dès la fin même de l'ère primaire, envahit, au moins sous forme de prolongements lagunaires, l'emplacement de la chaîne formée après ou pendant le dépôt des couches houillères, et ne laisse bientôt subsister que quelques îlots peu élevés dans toute la zone où venaient de se produire des mouvements aussi énergiques que ceux des Alpes. Dans certains cas, pour une cause que nous ne pouvons préciser, cette sorte de compensation ne se fait pas, ou l'une des deux actions prend le pas sur l'autre ; mais les grandes fosses océaniques ainsi produites, non plus que les hautes chaînes permanentes, comme le Thian Chan ou les Alpes, n'apportent pas de plus éclatants témoignages en faveur de la mobilité de l'écorce que les régions nivelées de la Belgique ou des plaines de l'Oder.

Il résulte de là que la division du sol, faite d'après le réseau des lignes directrices ou lignes de plissements, ne sera pas toujours une division naturelle en régions géographiques ; les traits essentiels ne sont pas nécessairement les traits les plus apparents. Pour reprendre la comparaison du début, le *plan* ne détermine pas d'une manière absolue et ne permet pas de deviner le dessin de la *façade* ; le lien de l'histoire et de la géographie, quoique devant se poursuivre jusque dans les détails et notamment dans ceux de l'hydrographie, n'en reste

pas moins un lien souvent caché. C'est seulement en étudiant ces rapports qu'on arrivera à mieux comprendre l'état actuel; c'est en cherchant à les retrouver dans les géographies des anciennes périodes qu'on pourra établir plus solidement, ou soumettre à certaines restrictions, le principe de la récurrence des mouvements de l'écorce terrestre.

Je voudrais dans cet article faire l'application de ces idées au sol français; montrer d'abord la série des observations et des faits qui ont mené à concevoir la loi; puis indiquer, pour la France, quelles sont les lignes principales du *réseau de déformation*, comment ces lignes se relient au réseau européen, et comment, autour d'elles, peuvent se coordonner dès maintenant les traits généraux de l'histoire de notre sol.

I

L'existence de récurrences plus ou moins fréquentes dans les mouvements de l'écorce, a, depuis Murchison et Élie de Beaumont, frappé tous les géologues; Godwin-Austen, en 1855, a montré comment ces récurrences pouvaient servir de guide dans la recherche des prolongements des bassins houillers, et M. Jourdy, dès 1871, proposait d'en faire une loi fondamentale, sous le nom de *loi de position*. L'idée date donc de loin; mais, par la nature même des choses, elle devait mettre longtemps à se préciser et à se répandre, parce que les points de comparaison et de vérification directe sont en nombre très limité : on ne peut ordinairement constater les mouvements d'un âge déterminé que là où les terrains de cet âge affleurent, et empêchent par là même de constater les mouvements d'un autre âge. De plus, la signification de ces constatations restait isolée et restreinte, faute d'une idée d'ensemble sur l'allure des plissements anciens.

Dans cette voie, comme pour tous les autres problèmes de la Géologie, les belles synthèses de M. Suess nous ont ouvert des horizons nouveaux, et un grand pas a été fait, le jour où l'on a compris qu'on pouvait songer à raccorder entre eux les plis des différents massifs paléozoïques de l'Europe centrale. La Bretagne et le Devonshire, le Plateau Central, l'Ardenne, les Vosges et la Forêt-Noire, le Hartz et la Bohême, étaient auparavant considérés comme des unités distinctes, et les seuls rapports qu'on cherchât à établir entre elles étaient ceux de la composition des diverses assises. Nous savons aujourd'hui que tous ces massifs sont les témoins d'une même grande chaîne qui a accidenté le centre de l'Europe à la fin des temps primaires; cette chaîne était

formée, comme le sont aujourd'hui les Alpes, par une suite de chaînons à peu près parallèles, et les parties connues de ces chaînons, malgré les intervalles qui les séparent, suffisent à faire ressortir très nettement le dessin général de l'ensemble. Les lacunes sont trop grandes sans doute pour qu'on puisse suivre un pli déterminé sur toute la longueur de la chaîne; mais les données sont suffisantes pour un raccordement approximatif, qui permet de prévoir dans les intervalles, non seulement la direction générale, mais les inflexions principales des lignes de plissement. Plus le problème semble complexe, c'est-à-dire plus il y a de lignes directrices à raccorder, plus se restreint le nombre des solutions possibles; grâce au parallélisme général des lignes cherchées, les données que l'on a sur chacune d'elles s'ajoutent les unes aux autres et déterminent, presque sans ambiguïté, l'allure d'une *ligne moyenne*, que toutes les autres devront suivre à plus ou moins grande distance.

Ainsi, les plis anciens peuvent être considérés au moins comme partiellement connus, dans les régions même où la mer est venue plus tard en raser les sommets et les recouvrir de dépôts plus récents. On a donc une base de comparaison avec les mouvements subis à leur tour par cette nouvelle série de dépôts. Ceux-là sont, il est vrai, beaucoup moins accentués : sur l'emplacement de l'ancienne chaîne, le sol, fixé en quelque sorte par la compression qu'il a subie, n'a plus manifesté sa mobilité que par des ondulations de moindre amplitude, et la petitesse de ces ondulations devient souvent un obstacle sérieux à leur étude complète. Plusieurs géologues se sont même montrés disposés à nier tout rapport entre ces mouvements à peine perceptibles et les phénomènes qui ont formé les montagnes. Quoi qu'il en soit, qu'il s'agisse d'ondulations ou de plissements, qu'on en ait ou non pressenti l'importance théorique, ces mouvements locaux de couches restées dans leur ensemble presque horizontales, ont dès le début attiré l'attention pour le bassin de Paris; sans vouloir citer ici les nombreux observateurs qui, depuis Sénarmont et d'Archiac, se sont occupés de la question, je dois rappeler du moins les travaux d'Hébert qui ont permis de surmonter les difficultés résultant de l'uniformité de la craie, et de donner pour la première fois une vue synthétique sur l'ensemble de ces phénomènes. Plus récemment, M. Dollfus, dans un mémoire d'une grande importance, en recueillant toutes les données des observations superficielles et des sondages profonds, a complété les anciens résultats et les a mis sous une forme saisissante, en dressant une carte hypsométrique de la surface de la craie dans le bassin de Paris. Peut-être est-il permis seulement de regretter que l'énumération précise des données numériques utilisées, quelque aride qu'elle eût été, ne figure

pas dans le mémoire, et qu'elle ne permette pas de reconnaître les parties où les courbes sont tracées avec certitude, de celles où il reste une part d'interprétation. Dans le nord les travaux de MM. Gosselet et Parent nous ont déjà fait connaître d'importantes modifications; j'arrive à en proposer plusieurs autres dans l'ouest. Enfin au sud-ouest, du côté du détroit de Poitiers. M. Welsch nous a donné un tracé intéressant des axes des ondulations, et ses tracés, sans être en désaccord formel, puisqu'ils n'ont pas de points de contact, ne semblent pas s'harmoniser très bien avec ceux du bas de la carte de M. Dollfus.

Il n'en est pas de même heureusement pour la partie centrale, de beaucoup la plus étendue; pour celle-là, je crois, les résultats de M. Dollfus peuvent être considérés à peu près comme définitifs, et ils constituent un progrès capital dans nos connaissances. Qu'on jette un coup d'œil sur la carte de M. Dollfus, et l'on verra que les ondulations de la surface de la craie se suivent, serrées et parallèles, *comme les plis d'une chaîne de montagnes*; l'on verra aussi que les directions de ces ondulations, aussi bien que les directions semblables étudiées dans le sud de l'Angleterre, sont précisément celles qu'il faut supposer aux plis anciens pour raccorder avec l'Ardenne les plis du Devonshire et de la Bretagne. Le dessin d'ensemble des mouvements paléozoïques et des mouvements plus récents se montre conforme à un même plan. De plus, il faut ajouter que, pour deux de ces plis au moins (celui des Mendip Hills en Angleterre et celui du Merlerault en France), on peut suivre l'accident tertiaire jusqu'au contact des terrains paléozoïques, et qu'on le voit alors, en position comme en direction, se mouler sur l'accident ancien. M. Welsch dit également que les plis tertiaires étudiés par lui sont exactement dans le prolongement des plis anciens de la Vendée.

On voit le point où ces récents travaux ont déjà mené la question : le problème a pris corps, en quelque sorte, parce qu'à des coïncidences locales s'est substituée l'idée d'une coïncidence d'ensemble et régionale. Je crois avoir fait faire un nouveau pas en étudiant la surface des terrains primaires au-dessus du bassin houiller du Nord. En supposant, ce qui est conforme aux faits d'observation, que cette surface est une surface de dénudation marine, ses irrégularités actuelles nous montrent les mouvements survenus depuis lors; les travaux de mines donnent un nombre de points suffisants pour tracer les courbes de niveau de cette surface, et ces courbes de niveau mettent en évidence une série d'ondulations parallèles, qui, sur toute leur longueur, se moulent exactement sur les plissements anciens reconnus par les travaux de mines.

Enfin, j'ai montré également que l'on pouvait en plusieurs points, en reconstituant la carte géologique du fond de certaines mers anciennes, dégager de l'ensemble des mouvements post-paléozoïques, et étudier à part les mouvements produits à un moment déterminé de l'histoire géologique, par exemple pendant les périodes d'émersion qui ont précédé le dépôt du crétacé ou celui des premières couches tertiaires. Là encore ces mouvements coïncident exactement, en position et en direction, avec ceux qui les ont suivis; M. Parent, dernièrement, en appliquant la même méthode, a trouvé pour toute la longueur du bombement de l'Artois un résultat semblable à celui que j'avais publié pour le Boulonnais. En présence de faits aussi nombreux et aussi concordants, il est permis de dire que la démonstration est faite pour le bassin de Paris, et je crois pouvoir ajouter : la loi ainsi trouvée est trop simple, elle se vérifie avec trop de rigueur pour qu'on puisse parler de circonstances et hasards locaux; c'est bien une loi naturelle et par conséquent générale. Des exceptions sont sans doute à attendre, quand il s'agit de phénomènes aussi complexes, mais je ne pense pas, pour ma part, qu'elles doivent jamais altérer sérieusement le caractère de généralité de la loi. D'ailleurs, du moment qu'il y a généralisation, il ne s'agit plus évidemment que d'une opinion personnelle, et il est tout naturel que jusqu'à nouvel ordre elle se heurte à une opinion contraire, qui la trouve prématurée. La question est telle, en tout cas, qu'elle ouvre la voie à de nouvelles études, en montrant la nécessité de les pousser jusque dans le détail, et par conséquent elle ne peut que profiter aux progrès de la Géologie.

En attendant ces nouvelles études de détail, une voie indirecte s'offre d'elle-même, qui peut mener à des résultats utiles : c'est l'étude des anciennes lignes de rivage et des anciennes zones de sédimentation. Il ne faut pas, sans doute, s'attendre dans cette voie à des vérifications rigoureuses; si, en effet, une ride en voie progressive d'élévation peut déterminer une ligne de rivage, si l'approfondissement graduel d'une cuvette comblée à mesure qu'elle se creuse, doit correspondre à des conditions spéciales de sédimentation, ces phénomènes ne créent pas des limites nécessaires, ni surtout des barrières infranchissables. C'est seulement dans les traits généraux qu'on peut espérer trouver des coïncidences; ces coïncidences existent, en effet, et se dégagent avec une évidence frappante; les lignes dentelées des rivages, au moins depuis la période secondaire, correspondent, comme aujourd'hui, à des causes variées et complexes; mais les grandes zones de sédimentation, considérées en elles-mêmes, permettent à elles seules de retrouver et de suivre à la surface du globe les directions d'ensemble et les traits

essentiels du réseau de déformation. La distinction des facies alpin et méditerranéen a été faite depuis longtemps et s'applique à des époques où les Alpes n'existaient pas encore comme saillie montagneuse ; mais, de plus, une distinction semblable peut être faite dans le nord et se trouve en rapport avec un trait bien moins profondément marqué de notre géographie européenne : la Baltique, comme la Méditerranée, se trouve spécialisée sur son emplacement actuel dès les premiers temps de l'histoire du globe. On peut parler, au point de vue de la faune, d'une province baltique à l'époque silurienne ; il y a une mer baltique permienne, une mer baltique néocomienne, une mer baltique oligocène ; cette mer, tantôt restreinte à peu près à la cuvette actuelle, tantôt s'étendant plus ou moins sur les plaines de l'Allemagne du Nord et sur celles de la Russie, mais toujours distincte comme zone sédimentaire et comme province faunique, occupe toujours, comme bassin central, l'espace compris à partir de la pointe sud du pays de Galles entre les plissements divergents de l'Écosse et de la Scandinavie d'une part, et de l'Europe centrale de l'autre ; son axe est une ligne essentielle du réseau de plissement.

L'exemple le plus remarquable peut-être est celui que M. Walcott a récemment mis en lumière pour les États-Unis. L'Amérique du Nord forme le plus simple, et, on peut presque dire, le plus schématique de tous les continents, parce que la forme et la géographie actuelle y sont en rapport immédiat avec ses *lignes directrices*. Dans l'Amérique du Nord il existe, non pas accidentellement comme en France, mais d'une manière essentielle et fondamentale, une sorte de *plateau central*, un noyau ancien, autour duquel tout se coordonne, et l'histoire du continent est l'histoire de la lutte de ce noyau émergé avec la mer qui l'entoure au sud. La défense se fait d'abord sous forme de fossés périphériques, qui s'approfondissent de plusieurs kilomètres ; mais la mer les comble à mesure qu'ils se forment, et, après une première alternative de retrait, elle envahit tout le noyau continental ; c'est l'époque de la grande *transgression dévonienne*, qui se retrouve en Europe. Le noyau se dégage ensuite en essayant de prolonger son premier mode de défense ; puis, à un certain moment, à l'est et au sud, il remplace le fossé par une muraille construite avec les sédiments que la mer y a entassés. La limite orientale du continent est alors fixée ; c'est l'époque où chez nous se dresse également la chaîne du centre de l'Europe ; c'est aussi l'époque de la grande *régression* (1) houillère. Pendant les temps

(1) Le mot *régression* a été introduit par M. Munier-Chalmas, et il paraît tout à fait bien choisi pour mettre en évidence, en opposition avec les *transgressions*, les curieuses alternatives d'extension du domaine marin.

secondaires et tertiaires, une histoire analogue recommence du côté de l'ouest; la mer, là encore, comble successivement les fossés échelonnés et finit par envahir de toutes parts, à l'époque de la *transgression cénomaniennne*, les plaines du Mississipi et du Mackenzie. Puis les montagnes Rocheuses s'élèvent à leur tour, fixant la limite occidentale et emprisonnant une partie des eaux marines, qui se rassemblent en une série de lacs progressivement réduits par l'accumulation des dépôts et par l'évaporation; le lac des Mormons en est un dernier vestige. Aujourd'hui, si la lutte n'est pas terminée, un seul passage reste encore incomplètement fermé, au-dessus du golfe du Mexique, entre les murailles de l'est et de l'ouest, et pourrait ouvrir la voie à une nouvelle invasion partielle de la mer.

Le plan de cette histoire si simple, qui nous servira tout à l'heure de modèle pour l'histoire de l'Europe et de la France, est déjà entièrement tracé à l'époque cambrienne, c'est-à-dire à l'époque la plus reculée dont les organismes nous aient été conservés. Non seulement le Cambrien atteint, sur toutes les parties observables d'une zone périphérique, qui correspond à l'emplacement des Apalaches et des montagnes Rocheuses, l'épaisseur énorme de plusieurs milliers de mètres; mais cette zone a seule jusqu'ici montré la faune à *Olenellus*; et, dans cette zone, les Paradoxides caractéristiques du Cambrien moyen sont remplacés par d'autres genres de Trilobites. On est donc en face d'une province sédimentaire et faunique bien accusée, qui dessine dès l'origine une des lignes directrices du continent américain. Mais, il y a plus : la même épaisseur de couches cambriennes et les mêmes formes spéciales de Trilobites se retrouvent en Chine, dans la région du fleuve Jaune, c'est-à-dire dans l'intervalle compris entre les hautes chaînes de l'Asie centrale qui divergent du Pamir. C'est la même province, et c'est bien probablement aussi, d'après les données incomplètes que nous possédons, la même zone de plissements, qui se trouve ainsi marquée à l'avance, et dès l'origine des temps géologiques, sur plus de la moitié du globe. L'avenir nous apprendra si cette zone, comme cela est possible, malgré la différence évidente des sédiments cambriens, doit, en tout ou en partie, se relier à la province baltique de l'Europe.

J'arrive enfin à la France. Ces développements un peu longs et ces détours un peu lointains étaient peut-être nécessaires pour faire comprendre l'importance théorique des lignes directrices, et l'intérêt qu'il peut y avoir à substituer leur considération à celle des lignes d'affluements et des provinces naturelles, pour l'étude de la structure géologique de la France. (Voir la figure page 49.)

II

Les lignes directrices de la France, ce sont les axes des plis qui la traversent, ceux qui ont formé la chaîne paléozoïque du centre de l'Europe, aussi bien que ceux de la chaîne, plus récente, dont font partie les Pyrénées et les Alpes. On voit, sur la carte figurée page 49, que tous ces plis, accentués à des âges si différents, présentant des directions locales si diverses, n'en forment pas moins un dessin d'ensemble, simple et facile à définir : c'est une série de lignes, plus ou moins concaves vers le nord, s'emboîtant les unes dans les autres. Le bord de l'Ardenne et la ligne discontinue des bassins houillers, du canal de Bristol à Douvres, à Aix-la-Chapelle et à la vallée de la Ruhr, dessine une première ligne faiblement incurvée, qui borde au sud la province baltique précédemment définie. Dans les plis qui suivent au sud, la courbure augmente progressivement, elle arrive même à former une sorte d'arête de rebroussement, et, en tout cas, les plis de la Vendée embrassent la presque totalité du Plateau Central avant de remonter vers les Vosges. Les Pyrénées avec les Alpes dessinent l'enveloppe extérieure, avec une concavité semblable, à peine accentuée dans la partie médiane, mais brusquement accusée à l'est, dans la région de la mer tyrrhénienne, par la sinuosité de la chaîne alpine.

Il convient maintenant d'entrer dans quelques détails pour préciser la position de ces lignes et les incertitudes qui subsistent encore dans quelques parties des tracés.

En commençant par le nord, la zone des bassins houillers, bordée au sud par le pli important que M. Gosselet a nommé l'*axe du Condroz*, est connue sans ambiguïté de la Westphalie au département du Pas-de-Calais. Là elle disparaît momentanément et, jusqu'à l'ouest de l'Angleterre, on n'est plus guidé que par deux réapparitions locales de gisements houillers (connus depuis longtemps dans le Boulonnais et récemment découverts à Douvres par sondage) ou par l'étude des ondulations des couches plus récentes. Diverses opinions ont été discutées dans ces derniers temps : les uns voyant la continuation des couches du Pas-de-Calais dans le petit bassin du Boulonnais, les autres la faisant passer à Douvres, les autres la reportant au sud du Boulonnais. L'écart ne serait, en aucun cas, considérable, car les lignes correspondantes ne divergent pas du côté de l'Angleterre, mais continuent à y former un faisceau assez mince ; je crois même que tout le monde a raison, que la zone houillère est composée de diffé-

rents plis, qui s'écartent légèrement en cessant d'être productifs, et qu'il y a seulement désaccord apparent, parce que chacun veut faire du prolongement d'un de ces plis secondaires le prolongement unique de l'ensemble de la zone. Il n'est peut-être pas inutile de rappeler ici le fait, peu connu ou peu remarqué en France, qu'à l'est de la Westphalie, la zone houillère, explorée par de nombreux sondages, paraît remonter vers le nord, et qu'elle irait ainsi, à l'est du petit bassin d'Ibbenbühen, couper normalement les plis plus récents du Teutoburger Wald.

Au sud, viennent successivement dans l'Ardenne le bassin de Dinant et celui de Charleville, continué par l'Eifel : ce dernier me paraît correspondre à la vallée synclinale de la Somme et de là s'incurver vers la fosse centrale de la Manche. La dépression suivante est marquée par le grand golfe des sédiments liasiques et triasiques du Luxembourg; c'est elle qui oriente, sur son bord sud-est, la vallée de la Moselle et elle est bordée de ce côté par le bombement du Hundsrück et du Taunus. Là les difficultés de raccordement augmentent : l'espace à franchir pour arriver à la partie bien connue du bassin de Paris, devient de plus en plus large, et les ondulations tertiaires y sont moins accusées. Ce fait même pourtant, joint à l'élargissement manifeste de la zone paléozoïque correspondante dans l'ouest, me porte à admettre qu'il y a là une divergence des plis embrassant tout le centre du bassin de Paris; le pli du pays de Bray et ceux de la vallée de la Seine seraient ainsi compris dans cet intervalle. Le bassin de Saarbrück prête à une remarque semblable; je crois être arrivé à mieux suivre de l'autre côté la prolongation des plis centraux de la Bretagne, qu'on a toujours eu tendance, sans un souci suffisant de la continuité, à poursuivre en ligne droite, tandis que leur tracé, au moins partiellement, accompagne l'inflexion si remarquable vers le nord, qu'accusent parallèlement à la Loire, les cours du Loir et de l'Huisne.

En arrivant aux Vosges, les données recommencent à se préciser. Le massif des Vosges se prolonge au sud par deux saillies, qui encadrent la haute vallée de la Saône; la première, qui détermine d'abord le plateau de Langres et correspond, jusqu'à l'ouest de Dijon (pli-faille de Blaisy-Malain), à la séparation hydrographique des bassins de la Seine et du Rhône, se dirige, en s'infléchissant vers le sud, vers les bords du canal du Centre; la seconde va, avec une troisième saillie qui sépare le Doubs de l'Ognon, converger près de Dôle vers le petit massif de la Serre, et fait face aux collines du Mâconnais. La place des deux bassins anthraxifères du Plateau Central, celui du Morvan et celui du Roannais, se trouve ainsi déterminée en correspondance avec les deux

bassins de Thann et de Schirmeck, sur les deux flancs du massif vosgien (et probablement aussi, par suite d'une ouverture des plis autour de la Forêt-Noire, avec les affleurements de Schönau de l'autre côté du Rhin). Or on sait, grâce aux beaux travaux de MM. Michel Lévy, Le Verrier et de Launay, que la bassin carbonifère du Roannais, forme, malgré les rejets et les complications locales, une ligne directrice, maintenant bien connue jusqu'à la Creuse, à travers tout le Plateau Central. Les études de M. Welsch permettent, à l'aide des ondulations tertiaires, de le raccorder, au-dessus de Poitiers, avec les plis de la Vendée, tandis que le synclinal d'Angers correspondrait probablement au Morvan.

Ainsi, pour résumer ce qui a trait à cette première partie, la forme générale des lignes directrices s'y accuse avec certitude; mais le raccordement individuel des plis laisse encore place à beaucoup d'indécisions. Deux lignes seulement, les deux lignes qui encadrent toutes les autres, peuvent être considérées comme bien connues sur tout leur parcours, et, par une heureuse circonstance, ce sont précisément celles qui ont joué le rôle principal dans la répartition et la composition des sédiments paléozoïques : la première borde au sud la vallée de la Tamise, la plaine de la Belgique et la dépression de la Westphalie; puis, remontant un peu vers le nord, elle va se dérober à l'observation sous les plaines de l'Allemagne du Nord. La seconde forme ce que l'on pourrait appeler l'axe central de l'Europe; elle isole au sud la vallée de la Garonne et la vallée du Rhône (en en distrayant les deux affluents vosgiens, l'Ognon et la haute vallée de la Saône); elle passe au sud de la plaine de l'Alsace, elle va de là (comme l'a indiqué M. Penck) se relier aux monts Métallifères (Erzgebirge) de la Saxe, et entoure en demi-cercle le massif de la Bohême. Plus loin elle se perd, ou du moins ne s'accuse plus par les mêmes caractères. Je serais tenté pour ma part de la rattacher par rebroussement au demi-cercle des Carpathes; mais ce n'est là qu'une hypothèse, qui sort en tout cas du cadre de cette étude.

Si nous poursuivons vers le sud notre examen des lignes directrices du sol français, nous arrivons aux plis du système alpin, qui, bien accentués et relativement bien connus, forment l'amorce naturelle pour la seconde partie du réseau.

Le Jura joue par rapport aux Alpes un rôle spécial; c'est un bourrelet de longueur limitée, qui ne se prolonge ni d'un côté ni de l'autre par une zone semblablement plissée; c'est un morceau de la région extra-alpine englobé dans les plissements alpins; aussi est-ce dans les plis paléozoïques qu'il faut en chercher la continuation. Le Jura, dans

son ensemble, à part les plis les plus orientaux qui vont se joindre à la zone subalpine, s'abaisse et s'aplanit vers le sud, et c'est sous forme de plateau faiblement accidenté qu'il disparaît et se masque sous les dépôts récents de l'Isère et de la Drôme. M. Termier a montré que le pli paléozoïque de Vienne et d'Annonay correspondait au bord occidental du Jura; les Cévennes, avec leur direction sud-ouest, s'alignent donc bien dans le prolongement de la chaîne tertiaire. Puis la grande faille signalée par M. Grand'Eury, depuis le bord du bassin d'Alais jusqu'à Genolhac, interrompt brusquement la direction des mica-schistes, qui s'orientent de l'est à l'ouest avec l'Aigoual et le mont Lozère; la faille est une véritable arête de rebroussement, à l'ouest de laquelle les plis anciens, aussi bien que les ondulations plus récentes, suivent le bord du Plateau Central.

La grande plaine mollassique de la Suisse et les premiers plis subalpins montrent, comme le Jura, une tendance marquée à s'aplanir vers le sud; au sud de la Drôme, ils sont remplacés par une série de plis est-ouest, avec lesquels ils se raccordent partiellement, et sur lesquels je reviendrai tout à l'heure. Leur raccordement virtuel avec la Montagne Noire et avec les rides crétacées du bassin de la Garonne (Roquefort, Cabanac) est, dans l'état de nos connaissances, purement théorique.

Les massifs anciens qui, des Alpes bernoises au mont Blanc et au Pelvoux, reparaissent sur le flanc nord-ouest des Alpes, forment une nouvelle zone (première zone de Lory), qui, comme les autres, s'abaisse rapidement au sud avant d'atteindre la vallée de la Durance. Les plis correspondants continuent cependant, et vont, par une série de sinuosités, border la vallée du Var, entre les massifs anciens du Mercantour et des Maures.

La zone suivante, ou zone des terrains houillers (3^e zone de Lory) a un intérêt tout spécial. Les Alpes françaises, en effet, prises dans leur ensemble, présentent une structure *en éventail*, tous les plis de l'ouest (sauf les éventails locaux formés par les massifs cristallins) étant couchés vers la France, et tous les plis de l'est couchés vers l'Italie; la zone houillère est le *centre de cet éventail*. Les études de ces dernières années me font considérer comme très probable que cette zone centrale s'élargit au nord-est, de manière à embrasser tout le massif de la Dent Blanche et du mont Rose. Au sud, au contraire, comme les précédentes, elle s'amincit et s'abaisse, et, au-dessous de Briançon, les terrains houillers disparaissent complètement; le centre de l'éventail est marqué, géologiquement parlant, non plus par une saillie, mais par un creux, rempli de sédiments tertiaires. A ce changement corres-

pondent aussi, notamment dans l'Ubaye, des accidents très importants et très particuliers, dont MM. Kilian et Haug nous promettent pour bientôt la description. La persistance de l'axe anticlinal se manifeste encore pourtant plus au sud par l'apparition du large massif cristallin du Mercantour, qui fait saillie au milieu de la bande tertiaire; plus loin, cette bande, un moment infléchie vers l'est, va, avant d'atteindre Savone, disparaître sous les eaux de la mer tyrrhénienne.

Enfin, une quatrième bande (quatrième zone de Lory) forme le bord de la plaine du Pô, avec les massifs du Grand-Paradis et du Viso comme parties centrales et culminantes. Là encore, il semble que la vallée de la Doire marque un abaissement considérable de la zone vers le sud. C'est la région des terrains les plus métamorphisés, où les gneiss pourraient bien n'être, au moins en partie, pas plus anciens que le Permien ou le Carbonifère. La continuation s'en fait par les Alpes apuanes, et, plus loin, d'après M. Suess, par le grand arc semi-circulaire de l'Apennin et de l'Atlas algérien.

Ainsi les différentes branches du faisceau alpin divergent dans la région française; les plus occidentaux vont, en s'abaissant, se coller aux bords du Plateau Central, les plus orientaux vont embrasser tout le pourtour de la mer tyrrhénienne. Quelle est à l'intérieur de ce grand éventail la place exacte des Pyrénées? Il est peut-être difficile de le préciser; mais cela n'a d'ailleurs, au point de vue étudié, qu'une importance secondaire: évidemment et d'après le seul fait des données précédentes, les Pyrénées correspondent à quelques-uns des plis intermédiaires du faisceau, et, par conséquent, dans la partie où les plis se rapprochent, on n'a qu'un faible écart à craindre dans le tracé. On peut d'ailleurs serrer d'un peu plus près la question: les plis de la Provence correspondent, comme direction, comme allure et comme nature des terrains englobés, au grand pli de Bugarach, que M. Carez nous a fait connaître au sud des Corbières. L'étude des profondeurs de la mer, dans la partie intermédiaire, confirme ces premières données, et l'on peut en conclure que les plis extérieurs du versant nord des Pyrénées (plis des Corbières, pli du pic de Tabe), s'ils se continuent au delà des Maures, ce qui n'est pas certain, restent tout entiers à l'intérieur des zones précédemment décrites, et ne peuvent correspondre qu'aux chaînes subalpines. Par contre, les mêmes courbes de profondeurs sous-marines semblent indiquer, non seulement par l'abaissement du fond, mais par la convergence des lignes de plissements, que le massif des Maures ne se continue pas vers l'ouest, que c'est un massif elliptique limité, comme celui du Mercantour; on serait ainsi conduit à faire passer plus au sud la continuation des Albères, et à les

rattacher, soit à la ligne du Pelvoux et du mont Blanc, soit même à l'axe central de l'éventail alpin.

Je ne puis m'empêcher de remarquer, quoique ce ne soit pas ici le lieu d'insister sur cette question, que la déviation tout à fait exceptionnelle des lignes du plissement alpin, jointe à ce remarquable abaissement de toutes les zones en face de la vallée de la Durance, peut faire naître l'idée qu'on est là en présence d'une *déformation* du réseau primitif. Ce réseau, en effet, se simplifierait singulièrement si l'on faisait correspondre les Pyrénées aux Apennins, et les Alpes centrales à la Montagne Noire et aux bords de la Garonne. On serait en face d'un de ces cas, dont j'ai signalé ailleurs la possibilité théorique, où la chaîne de montagnes, en se formant, au lieu de suivre une ligne unique du réseau, aurait épousé successivement un ou plusieurs traits du réseau perpendiculaire. Cela revient à supposer, dans l'exemple actuel, qu'il aurait existé autrefois, entre la vallée du Pô et celle de la Durance, une zone d'affaissement ou de sédimentation ininterrompue, continuée au pied de la Montagne Noire; c'est bien ce que je crois, mais sans preuve directe, avoir existé à l'époque dévonienne. Plus tard, dès le Trias, les zones de sédimentation suivent les contours actuels des Alpes; tout au plus pourrait-on, à la fin de la période crétacée, être tenté de chercher à cette place la trace d'une communication marine, mais les affleurements font défaut. Il s'agit donc simplement d'une hypothèse que l'état de nos connaissances ne permet ni de soutenir, ni de combattre par des faits précis; et les lignes directrices, telles que je les ai décrites, conservent, en tout cas, leur rôle pendant toute la durée des périodes secondaires et tertiaires.

Ainsi, nous voyons se compléter autour de la France, par la ligne enveloppante des Alpes et des Pyrénées, le réseau déjà bien marqué des plis paléozoïques. Malgré les incertitudes de détail, que j'ai tenu à bien mettre en lumière, l'emboîtement successif de ces lignes directrices ressort avec évidence, ainsi que leur tendance à s'aplatir progressivement vers le nord jusqu'aux plis presque rectilignes du bord de l'Ardenne. Il reste maintenant à compléter ce premier dessin en indiquant la place et le rôle des principaux plis perpendiculaires.

L'existence de plis transversaux, perpendiculaires aux plis principaux, a d'abord été indiquée en France par Hébert pour le bassin de Paris; mais il ne s'agit là que d'ondulations très faibles, très difficiles à suivre sur de longs parcours, et leur rôle est en général inappréciable dans une vue d'ensemble sur la structure de notre pays. On peut en dire autant des plis transversaux que M. Roussel a récemment indi-

qués dans la région pyrénéenne (1). En réalité, il n'y a que deux régions françaises où ces plis perpendiculaires semblent jouer un rôle essentiel : c'est le Plateau Central et la basse vallée du Rhône.

Ce qui donne au Plateau Central son aspect isolé et sa place prépondérante dans une division de la France en régions naturelles, ce sont les deux dépressions, plutôt encore géologiques que topographiques, qui, comblées par des dépôts secondaires, l'ont séparé de la Vendée et des Vosges ; ce sont les traces de deux rides transversales, que malheureusement il est difficile actuellement de suivre bien loin, ni au nord ni au sud. Tout au plus pour la dépression du Poitou, que M. Welch a pu décomposer récemment en une série de rides secondaires, pourrait-on être tenté de mettre quelque'une d'entre elles en relation avec le bord du massif armoricain ou avec la côte de la Gascogne : cela n'est, en tout cas, qu'une pure hypothèse, sans faits précis à l'appui.

D'autres dépressions du même genre peuvent se suivre, sur un plus long parcours, à l'intérieur du Plateau Central ; par suite de l'agencement semi-circulaire des plis principaux, elles ont une *disposition radiale*, qui les fait converger vers la région de Decize et de Moulins. La première, d'origine très ancienne, correspond à la bande bien connue des petits bassins houillers du centre ; les deux autres sont suivies presque exactement par les vallées de l'Allier et de la Loire. Ces lignes sont en rapport direct avec les éruptions du Plateau Central : les grands volcans du mont Dore, du Cantal et de l'Aubrac s'alignent sur le milieu du bombement qui sépare les deux premières ; les puys ainsi que les volcans du Velay et du Vivarais suivent les bords de la vallée de l'Allier, tandis que les éruptions de l'époque houillère se groupent autour de la troisième dépression. Ces lignes se continuent au nord par les failles du Sancerrois et du bord du Morvan ; au sud, celle de l'Allier va rejoindre la faille déjà mentionnée, qui, près du bassin d'Alais, change brusquement la direction des micaschistes, et il semble permis de la rattacher aux plis transversaux de la vallée du Rhône.

Il est à remarquer que, par suite de la forte courbure des plis principaux, ces lignes radiales déterminent dans les couches tertiaires de larges ridements, à peu près parallèles aux plis du Jura méridional, ce qui a porté à rattacher les uns comme les autres à un même système, le système alpin. On voit combien il faut se méfier du rapprochement des directions : ici ces lignes, en apparence parallèles,

(1) M. TERMIER vient aussi de signaler l'existence de plis transversaux dans les Alpes (massifs des Grandes-Rous-ses et du Pelvoux).

appartiennent à deux systèmes orthogonaux, et tout à l'heure j'ai cité l'exemple des plis d'un même système se déviant brusquement, presque d'un angle droit, à la rencontre d'une faille transversale. Il n'en est pas moins vrai que, dans le cas actuel, cette analogie de direction a pu déterminer, lors de la poussée alpine, l'accentuation plus marquée des plis transversaux du Plateau Central.

Les plis transversaux de la vallée du Rhône appellent, à plus forte raison, une remarque analogue : ils sont précisément dirigés de l'est à l'ouest, c'est-à-dire dans la direction moyenne du réseau principal, et de plus ils s'échelonnent, sans limite tranchée, parallèlement aux plis de la Provence que j'ai rattachés à ce réseau ; mais, dans l'éventail formé à partir du Dauphiné entre les lignes jurassiennes ou subalpines qui traversent le Rhône et les zones alpines momentanément déviées vers le sud-est, ces plis dessinent une série d'arcs de cercle ayant pour centre le point de divergence ou sommet du triangle, et par conséquent perpendiculaires aux deux rayons ; il sont très accentués dans la partie médiane, où ils forment de véritables chaînons montagneux (Léberon, montagne de Lure) ; vers les deux bords du triangle, au contraire, ils s'abaissent et s'effacent, si bien qu'il n'y a pas, à proprement parler, de croisement avec les plis alpins. La curieuse région où se fait cette rencontre, au nord de Digne, a été étudiée par MM. Kilian et Haug ; je ne trouve dans les faits décrits aucune raison pour voir là deux soulèvements d'âges différents. Les actions qui ont produit les Alpes ont produit en même temps les plis perpendiculaires ; pendant les différentes phases de ces mouvements, tous les plis ne se sont pas en même temps également accentués ; ce sont tantôt les uns, tantôt les autres, qui ont le plus cédé aux efforts ; mais ces efforts ne se sont pas portés d'abord sur les lignes d'un des réseaux, puis sur celles du réseau perpendiculaire ; à toutes les époques, il y a eu simultanément accentuation de plis de l'un et de l'autre système. Il est clair seulement, dans ce cas, comme dans celui du Plateau Central, que le parallélisme accidentel des rides transversales avec une branche du réseau principal, a contribué à donner à ces rides une importance inusitée. Il est intéressant de remarquer que, dans cette série de plis est-ouest, la plus grande énergie du mouvement s'est progressivement déplacée du sud vers le nord, et que, contrairement à la règle ordinaire dans les chaînes des montagnes, les déversements et déplacements horizontaux s'y font alternativement vers le nord et vers le sud.

On voit, d'après cette énumération, que le réseau des plis perpendiculaires ne joue, dans la structure du sol français, qu'un rôle subordonné. Il n'en est pas partout ainsi : l'Oural et, sur une moindre

échelle, la Thuringe, le Hartz, la Westphalie et la Hesse en sont des exemples frappants. Mais, en France, ce ne sera que par une suite d'études de détail, qu'on pourra arriver à tracer d'une manière complète un second réseau et à en vérifier la perpendicularité sur le premier.

III

Nous sommes ainsi en possession d'un réseau, qui, en dehors de la loi des croisements orthogonaux, n'a rien de géométrique, mais dont les lignes, déterminées *par points*, et résultant de l'observation directe, constituent incontestablement un ensemble simple et ordonné. Les lignes de ce réseau, si notre point de départ et si nos premières conclusions sont exactes, jouissent de cette propriété fondamentale que, *en tout temps et en tout point* (sauf quelques exceptions toujours possibles), *les mouvements du sol se sont adaptés à leurs directions*. Il me reste à montrer comment l'histoire sédimentaire, d'une part, et celle de la formation du continent se coordonnent autour de ces lignes.

On sait, et j'ai exposé ici même (1) que les grandes chaînes de montagnes qui ont accidenté successivement la surface de l'Europe, se sont échelonnées du nord au sud, d'autant plus récentes qu'elles se rapprochent davantage de la zone méditerranéenne. La plus ancienne, la *chaîne calédonienne*, dont les traces subsistent en Écosse et en Scandinavie, s'est formée sur le bord d'un ancien continent polaire, dont faisait partie le noyau primitif de l'Amérique du Nord. Dans les régions équatoriales, nous pouvons avec vraisemblance faire remonter à une égale antiquité le continent indo-africain, qui s'étendait de l'Australie à l'Hindoustan et à l'Afrique centrale. C'est entre ces deux continents que se déroule l'histoire de nos mers paléozoïques. Cela ne veut pas dire qu'il y ait eu entre les deux, dès le début, une mer uniformément libre et ouverte; et ainsi, pour la période cambrienne, quelque restreintes que soient les données fournies par les affleurements, elles permettent de constater l'existence de mouvements importants, et l'émersion au moins temporaire de certaines parties, dans le large intervalle que je viens de définir. En Normandie, par exemple, les couches les plus anciennes, dans lesquelles MM. Barrois et Cayeux viennent de signaler l'existence de radiolaires, ont été plissées et émergées, et les plis formés ont été rasés par le retour de la mer cambrienne

(1) *Revue générale des Sciences*, 15 janvier 1892, reproduit dans *Bull. Soc. belge de Géol. Paléont. et Hydrol.* Vol. VI, 1892, Pr. Verb. p. 13.

(à un moment encore indéterminé de la période). En Bohême, la mer cambrienne s'est aussi avancée transgressivement, du nord vers le sud, sur une région émergée et plissée; nous suivons là le mouvement de transgression pendant le Cambrien moyen et supérieur. Il nous est seulement impossible de dire quelle a été l'importance et la durée de ces émerSIONS; on ne peut guère, non plus, vu l'espace restreint sur lequel ces mouvements ont pu être étudiés, dire s'ils concordent avec les mouvements postérieurs (1). Tout au plus peut-on présumer, en raison de l'uniformité des dépôts et de la faune du Silurien supérieur, que la mer de cette époque était très largement et très uniformément répartie sur la plus grande partie de l'Europe. Seule, la province baltique, entre la chaîne calédonienne en formation et la future chaîne du centre de l'Europe, s'accusait déjà, de Ludlow à l'île de Gottland et à la Russie, par la nature spéciale de ses dépôts et de sa faune.

Les données sont plus nombreuses et plus précises pour la période suivante, ou période dévonienne. Au début de la période, nous trouvons encore, dans l'Ardenne et dans la Thuringe, des preuves locales de soulèvements, faisant émerger des crêtes bientôt envahies et rasées par la mer dévonienne. En France, M. Œhlert en Bretagne, et M. Bergeron dans la Montagne Noire, signalent aussi au même moment une émerSION et une discordance. Mais partout ces émerSIONS, importantes ou non, ont le même caractère transitoire et éphémère; elles n'ont d'influence qu'au début de la période sur la composition des sédiments voisins, qui bientôt reprennent leur uniformité. Une seule ligne, dans l'état de nos connaissances, fait exception: c'est celle qui, pendant toute la durée du Dévonien inférieur, a formé en Europe le rivage septentrional de la mer dévonienne. Si l'on fait, en effet, abstraction du vieux grès rouge, déposé dans des conditions spéciales dans les anfractuosités de la chaîne nouvellement formée, on constate que la mer du Dévonien inférieur n'a pas pénétré dans toute la région de la Baltique et de la Russie centrale; et dans l'Ardenne, où l'on peut retrouver la place du rivage, il coïncide, ainsi que l'a montré M. Gosselet, avec l'axe du *Condroz*, c'est-à-dire avec le premier des plis dont j'ai donné la description. Au delà de la Westphalie, l'affleurement de ce pli cesse

(1) En Russie, M. Karpinsky a indiqué que les gneiss de la Finlande avaient été plissés avant le Cambrien dans une direction normale aux plis postérieurs, et en rapport avec celle de l'Oural. En Thuringe, M. Liebe a signalé des mouvements cambriens et siluriens, dans une direction sensiblement aberrante de celle des plis plus récents; mais, comme il ne s'agit là que de directions locales, sans qu'on puisse suivre les axes d'aucun pli, il n'y a pas à attacher théoriquement une grande importance à cette divergence apparente.

d'être visible : mais bien des indices permettent de croire qu'après une forte inflexion vers le nord, il va rejoindre, au-dessus de la mer Noire, le bord du bassin houiller du Donetz. La ligne, ainsi tracée par de simples considérations tectoniques, se trouve en fait séparer les régions de l'Europe où l'on connaît le Dévonien inférieur de celles où il fait défaut. On est donc autorisé à dire pour toute l'Europe ce qui est, en tout cas, certain pour la partie française : c'est le pli de Condroz, le pli le plus septentrional de la future chaîne carbonifère, qui, en s'ébauchant à la fin du Silurien, a déterminé le rivage du Dévonien inférieur. La transgression du Dévonien moyen, aussi importante en Europe qu'en Amérique, a franchi cet obstacle et a couvert toute la région baltique; elle a d'ailleurs été précédée de phases semblables à celles que j'ai signalées en Amérique, c'est-à-dire que la mer, avant de franchir la barrière, a dû combler un fossé de 4.000 mètres progressivement creusé à ses pieds.

Si l'on regarde plus au sud, on sait aujourd'hui que le Dévonien inférieur est, dans le centre de l'Europe, représenté par des dépôts calcaires et pélagiques, longtemps considérés comme plus anciens et désignés sous le nom d'*hercyniens*. Or, les affleurements intermédiaires montrent une série de passages graduels entre le facies détritique du nord et le facies pélagique du centre, comme l'indiquent les schistes de Porsguen et de Wissembach, les calcaires d'Erbray et les lentilles calcaires de la Thuringe. Dans les Alpes et dans la Montagne Noire, on continue à trouver le facies calcaire de la Bohême, s'étendant peut-être encore jusqu'aux Corbières. Puis, dans les Pyrénées, on ne rencontre plus que des intercalations hercyniennes, avec les schistes de Cathervieille; dans les Asturies, la succession reproduit celle de la Bretagne, tandis qu'au sud reparaît le facies détritique. Les zones de sédimentation semblable s'alignent bien suivant les zones de plissements et n'accusent nulle part l'influence de massifs émergés intermédiaires. Malgré les énormes dénudations qu'entraîne cette conclusion, il est permis de penser que toute l'Europe, au sud du pli du Condroz, jusqu'au Sahara, ne formait alors qu'une large cuvette marine, dont l'axe central allait de la Bohême à la Montagne Noire. S'il existait à l'intérieur de cette cuvette des îles ou parties émergées, elles étaient sans influence connue sur la sédimentation.

Après le Dévonien, cette cuvette se subdivise en deux autres par une arête médiane, qui traverse la France de la Vendée au sud du Plateau Central et au sud des Vosges, et qui va de là rejoindre le nord de la Bohême. Tout le long de cette ligne, on peut reconnaître les indices de rivage, par l'abondance des poudingues et des éruptions; tout le

long de cette ligne également, de la Vendée à la Thuringe, on a constaté la transgression vers le sud des différents termes du Carbonifère (1). Le centre de la cuvette nord était dans l'Ardenne; celui de la cuvette sud dans les Asturies. D'autres saillies sont possibles et même probables, par exemple près de la ligne des bassins houillers du sud de l'Angleterre, dans le Taunus et aussi entre les bassins de la Bretagne; mais, comme les saillies dévoniennes, elles n'ont joué qu'un rôle momentané et secondaire dans la composition des dépôts. La ligne que ces sédiments mettent en évidence est exactement la seconde grande ligne directrice de notre réseau.

A l'époque houillère, par suite de l'uniformité des sédiments, nous ne pouvons nous guider que sur les transgressions; elles ne nous permettent pas d'affirmer la séparation des cuvettes houillères du nord de l'Angleterre (province baltique) et du nord de la France; mais elles montrent nettement la séparation du bassin de la Belgique (transgression vers le sud) et de celui de Saarbrück (transgression vers le nord-ouest); elles montrent également l'émersion des Vosges, c'est-à-dire la subdivision de la cuvette primitive en quatre cuvettes distinctes par l'accentuation des lignes directrices intermédiaires.

Du côté du sud, les données sont moins nombreuses : pourtant nous savons par les travaux de M. Frech qu'un premier soulèvement a marqué la place des Alpes dès la fin de la période primaire et on retrouve le même résultat dans les Pyrénées. L'étude des dépôts et des transgressions confirme et précise ce résultat : la présence des Fusulines dans les Asturies, le Permien marin récemment signalé par M. Caralp dans la Haute-Garonne, sont en rapport avec l'existence de la faune à Fusulines en Carinthie et probablement aussi des faunes marines de la Bosnie et de l'Herzégovine; on est ainsi amené à concevoir l'existence d'une cuvette marine suivant l'Adriatique et la vallée du Pô, venant aboutir aux Pyrénées à la vallée de l'Èbre, et terminée à l'ouest, au fond du golfe, par des lagunes saumâtres et houillères. Or, des Balkans au Banat et au Semmering, du Valais au Briançonnais et aux Corbières, on suit vers le nord les transgressions de cette mer au début du Houiller supérieur (Stéphanien). Cette transgression, marquée uniquement par des dépôts saumâtres et houillers, arrive jusqu'au pied du Plateau Central (Alais, Carmaux, Decazeville); et à la fin du Houiller supérieur, elle pénètre même dans les dépressions de ce

(1) Le résultat indiqué pour le Plateau Central par M. Julien d'après l'étude des faunes du Morvan et du Roannais et accueilli avec quelque défiance à cause de l'analogie pétrographique des sédiments, se trouve ainsi être l'expression d'un fait général.

Plateau, qu'elle met ainsi en évidence; ces dépressions se présentent à nous sous forme de canaux allongés, analogues au canal Calédonien; l'une d'elles coïncide avec la vallée de l'Allier, et elles nous montrent, suivant des traits déjà mentionnés, la première apparition du réseau perpendiculaire (1).

Il résulte donc de là qu'à la fin du Primaire, c'est tout l'ensemble des lignes directrices de notre sol qui est déjà dessiné; peut-être y a-t-il cette différence que la ligne alpine a un *contour simplifié*, et qu'elle ne laisse encore prévoir ni la déviation des Carpathes ni celle des Apennins; c'est l'hypothèse que j'ai déjà indiquée plus haut. Mais, en tout cas, les *fondations* de notre sol sont partout posées; partout sur ces fondations le sol a commencé à s'élever; et c'est même, au moins pour l'Europe centrale, un édifice complet et achevé que nous voyons se produire comme dernier terme de ces efforts. On pourrait même, dans ce continent nouvellement sorti des eaux, songer à définir, malgré l'absence de la limite naturelle actuelle du côté de la Manche, la place d'une *France paléozoïque*.

Un dernier trait est encore à noter : presque partout, en Angleterre, en France et en Espagne, les sédiments paléozoïques montrent une tendance, du côté de l'ouest, c'est-à-dire du côté de l'Atlantique, à s'épaissir et à devenir plus grossiers. La même remarque a été faite pour l'Amérique du Nord, et on en a déduit l'existence probable d'un ancien continent sur l'emplacement de l'Atlantique actuel, au moins de sa partie septentrionale. Il ne peut être question, bien entendu, de préciser la place et l'étendue de cette ancienne Atlantide, mais on peut y voir le point de départ d'un rapprochement peut-être intéressant : l'Océan paléozoïque, dont nous venons de résumer l'histoire dans nos contrées, s'étendait aussi sur toute l'Asie centrale et sur les États-Unis d'Amérique; il formait donc une large ceinture circumpolaire, comparable à celle que forme aujourd'hui au sud, à peu près dans les mêmes latitudes, l'Océan glacial antarctique; et la pointe d'Atlantide qui interrompait cette ceinture pourrait être comparée à la pointe actuelle de l'Amérique du Sud. Enfin il se peut encore qu'entre cette Atlantide et le continent équatorial il ait toujours existé un passage pour une

(1) Je renonce complètement à l'hypothèse que j'avais précédemment développée, en voulant, suivant l'opinion généralement adoptée, faire de tous les bassins houillers du centre de véritables lacs de montagnes. L'analogie, montrée par M. Grand'Eury, des couches du bassin d'Alais avec ce qu'on a appelé le facies marin (ou *paralysche facies*) du Houiller, et surtout la généralité du phénomène de transgression, me forcent à revenir à l'opinion de M. Suess, qui rattache ces déplacements des couches dites lacustres aux changements de niveau relatif de la mer.

Méditerranée; nous avons tendance à le croire, mais nous l'ignorons.

La seconde période de l'histoire géologique de la France est mieux connue, et connue depuis plus longtemps : elle se distingue surtout de la première, parce que la zone de plus grande mobilité de l'écorce s'est déplacée vers le sud, de l'Europe centrale aux régions alpine et méditerranéenne. Dans le nord et dans le sud, les mouvements se poursuivent suivant les mêmes lignes ou du moins s'ordonnent suivant le même réseau ; mais dans le nord, à cause de leur faible amplitude, leurs relations avec les phénomènes sédimentaires ne peuvent guère se constater que par une étude de détail, c'est dans l'ensemble même et dans les traits généraux qu'ils ressortent avec évidence.

Tout d'abord le début des temps secondaires marque un recul dans l'édification du continent. Comme si l'effort avait été prématuré ou trop rapide, l'édifice n'a qu'une existence éphémère ; il y a partout un affaissement d'ensemble, avec des tassements locaux et la mer revient s'établir sur ces ruines. Cette instabilité de nos anciennes chaînes est ce qui rend l'histoire de l'Europe si différente en apparence de celle de l'Amérique du Nord, malgré le parallélisme constant de toutes les phases et de tous les chapitres. Tandis que là-bas les Alleghanys forment un accroissement définitif du noyau ancien, chez nous ce noyau ancien est submergé et les zones qui devaient l'accroître laissent place de toutes parts à des golfes plus ou moins échancrés et à des bras de mer semblables à ceux de la période paléozoïque. Mais, si les contours complexes de la mer ne laissent plus deviner la place de l'ancienne chaîne, l'étude des facies continue à la délimiter avec précision, et c'est elle qui depuis longtemps a permis de distinguer les deux grandes provinces, la province du nord et la province méditerranéenne.

Pendant le Trias, nous ne trouvons dans le nord, en France et en Angleterre, que des plages basses et des marais salants, dont l'extension probable suit, en les débordant localement, l'emplacement du synclinal de la Somme et du synclinal de Saarbrück ; ils se réunissent à l'est, avec la bande de la Baltique et du Jura, dans un bassin plus large, où les organismes marins s'établissent pendant une partie de la période. Au sud, un ou plusieurs golfes semblables, où quelques mollusques marins peuvent pénétrer un peu plus loin vers l'est, s'avancent dans les vallées de la Garonne et de l'Èbre, et sur l'emplacement intermédiaire des Pyrénées. La mer libre, où se développaient les Ammonites et les récifs de Polypiers, occupent l'emplacement des Alpes ; pourtant de la France à la Suisse, dans les deux zones extérieures, on ne trouve, comme dans les Pyrénées, que le facies lagunaire, et il y a là une

confirmation du raccordement des plis tel que je l'ai indiqué plus haut.

Par contre, la zone centrale était une zone d'affaissement, où s'accumulaient des milliers de mètres de sédiments, sous forme de calcaires compacts et de schistes (schistes de Wengen, schistes lustrés) ; et cette zone de sédimentation se poursuit le long des Apennins, dessinant ainsi pour la première fois cette branche aberrante du système alpin. Cette mer triasique pénétrait dans la Méditerranée jusqu'aux bouches de l'Èbre et jusqu'au golfe de l'Andalousie, où M. Barrois a signalé des *Megalodon*. Elle ne pénétrait pas en Algérie.

À l'époque jurassique, on voit s'ouvrir la dépression de Poitiers, qui assure une plus large communication entre les deux provinces du sud et du nord ; les golfes de la période précédente s'élargissent, se rejoignent, couvrent tout le bassin de Paris en ne laissant qu'une île peu étendue au sud du Plateau Central, et s'avancent dans le golfe de Gascogne sur l'emplacement de l'Atlantique. On peut distinguer, en correspondance avec une double période d'affaissements, deux périodes de remblaiements successifs du bassin parisien, d'abord par des argiles venues des cours d'eau du nord et du nord-ouest, puis par des calcaires ; de ces deux périodes presque symétriques l'une comprend le Lias et le Jurassique inférieur, l'autre le Jurassique supérieur.

À la fin de l'une comme de l'autre, on peut constater quelques mouvements du sol, toujours conformes aux lignes directrices ; mais l'influence probable de ces ondulations sur la sédimentation n'a pu encore être suivie. De plus, à la fin du Jurassique, pendant que toute la partie extra-alpine du sol français est émergée ou transformée en lagunes d'évaporation, la faune du Boulonnais permet de conclure à une première ébauche de la dépression transversale du Pas-de-Calais. En dehors de la France, la seconde partie de la période jurassique est marquée par une grande transgression de la mer du Nord, qui, suivant la même voie que la transgression dévonienne, s'avance sur toutes les plaines de la Baltique et de la Russie, en allant rejoindre l'Océan arctique.

Au sud, dans la région alpine, on a remarqué, depuis longtemps, que les différents facies suivent exactement les zones de plissements. Des facies spéciaux s'accroissent sur les bords des Pyrénées et des Maures, qui semblent prendre l'avance sur l'ensemble du soulèvement alpin. De plus, d'après M. Haug, cette même étude des facies indiquerait une émergence au moins partielle de l'ancienne zone d'active sédimentation du Trias. Mais, c'est surtout à la fin de la période que les grandes lignes directrices sont bien mises en évidence par la distri-

bution des provinces sédimentaires ; un vaste demi-cercle de formations coralliennes entoure les Alpes, auxquelles dès lors se relient nettement les Carpathes ; ces formations, succédant aux récifs moins étendus qui s'étaient successivement alignés, avec un retrait progressif vers le sud, sur l'emplacement des futurs plis du Jura, séparent la province des sédiments littoraux et de l'émersion finale, de la province pélagique ou *tithonique* ; cette dernière embrasse toutes les Alpes, sans que l'influence des parties émergées, si réellement il en existait, semble nulle part s'y faire sentir ; elle laisse, au contraire, en dehors les Pyrénées, ce qui est conforme à l'hypothèse précédente d'un soulèvement plus ancien suivant cette partie des mêmes lignes directrices.

L'époque crétacée se divise aussi en deux périodes, dont la première est, à proprement parler, une continuation des précédentes. La mer revient lentement dans le nord occuper les espaces abandonnés ; le soulèvement des Vosges et de la Forêt Noire définit nettement pour la première fois la place du détroit de Langèes, et les deltas de deux grands cours d'eau, la Tamise et l'Elbe crétacés, montrent par l'accumulation des sédiments fluviatiles, l'existence de deux zones allongées d'affaissement, l'une dans le Weald sur l'emplacement des anciens plis du sud de l'Angleterre, l'autre dans le Hanovre suivant une nouvelle dépression transversale.

La seconde période de l'époque crétacée inaugure à plusieurs points de vue une phase nouvelle dans l'histoire du globe ; c'est le moment où apparaissent les premières plantes à fleurs, et où, d'après une conclusion qui ne semble pas déraisonnable, on a pu supposer que le soleil a percé pour la première fois l'enveloppe continue de nuages répandus autour du globe ; c'est aussi le moment de la plus grande et la plus générale des transgressions marines, de celle qui la première a amené M. Suess à appeler l'attention sur ces phénomènes. Pour nos régions, c'est l'époque d'une accentuation énergique des mouvements dans les Pyrénées et dans les Alpes, avec formation de deltas torrentiels dans l'Ariège et dans la Provence ; c'est enfin celle où, pour la première fois, la mer arrive chez nous de l'ouest, où l'Atlantique entre en jeu dans notre histoire comme bassin marin et amène en Europe toute une faune nouvelle de Rudistes. Les Caprines remplissent le bassin de la Garonne et un golfe fermé dans la basse Provence ; les Hippurites pénètrent par la même voie sur les deux versants des Pyrénées, et remontent dans la vallée du Rhône jusqu'à la Drôme. Les études de M. Douvillé nous ont montré combien ces animaux ont une répartition limitée, en dépendance avec les conditions de gisement et la proximité des rivages ; on peut donc espérer que les détails de cette

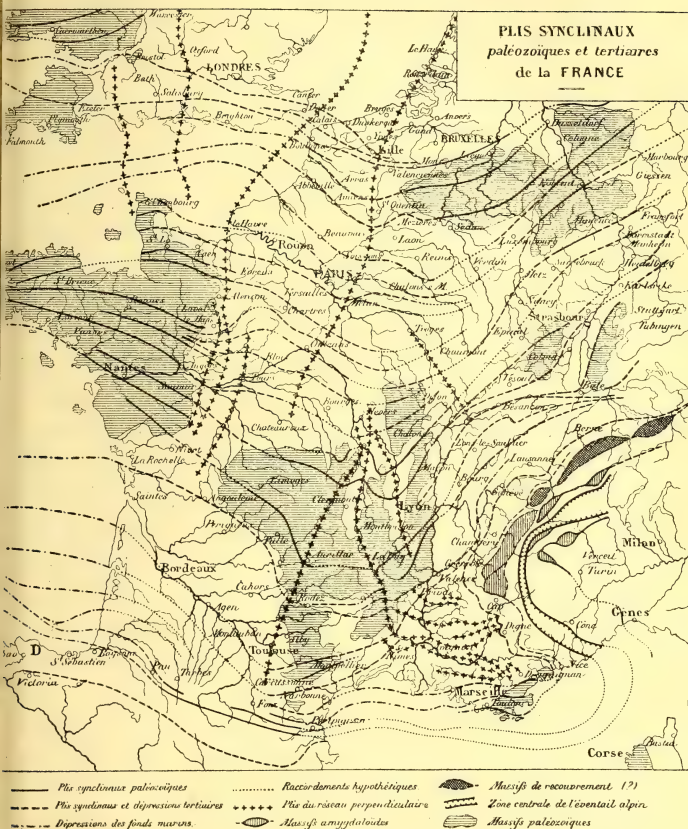


Figure 1. — Plis synclinaux, paléozoïques et tertiaires, de la France.

répartition viendront encore souligner les principales lignes directrices; on peut dire dès maintenant que la pénétration des Rudistes en Bohême rend assez probable l'accentuation vers le sud de la dépression transversale de l'Elbe.

Il y a encore à noter à cette époque le premier développement du faciès *flysch*, c'est-à-dire de puissantes accumulations de schistes et grès avec intercalations locales de poudingues, et sauf de rares exceptions, sans autres organismes marins que des fucoides. Cette apparition se fait au pied nord des Pyrénées occidentales, en avant des Alpes bavaïses et autrichiennes et dans les Carpathes, c'est-à-dire en différents points d'une même zone de plissements. Il se développe en même temps en Algérie et en Italie, marquant la place de la chaîne côtière de l'Atlas et de l'Apennin central, et on le retrouve en Bosnie et en Grèce, suivant les plus de la chaîne illyrienne.

On remarquera combien ces changements considérables ont, en somme, depuis l'effondrement de la chaîne paléozoïque, peu modifié et peu avancé l'évolution géographique de notre pays. Si l'on songe, en effet, que la mer du Crétacé supérieur a au moins recouvert toutes les Pyrénées centrales, que les dépôts saumâtres de la fin de l'étage ont passé par-dessus son extrémité orientale, qu'il faut presque nécessairement, si le gisement de Rudistes du col de Tende est confirmé, supposer une communication marine à travers les Alpes françaises ou apuanes, entre la plaine du Pô et la région de l'ouest, on verra que la ceinture montagneuse de la France méridionale s'est à peine dégagée par quelques îlots permanents; et au nord les seuls changements importants sont l'élévation des Vosges, avec la séparation de la Bretagne et du Plateau Central; le domaine de la mer ne se modifie que dans les détails; ce sont toujours les mêmes régions que, dans ses alternatives d'avancée et de recul, elle revient occuper, et les dépôts continuent à s'y faire dans des conditions analogues. Sauf en ce qui regarde la première mise en évidence d'une mer atlantique, il s'agit plutôt d'oscillations autour d'un équilibre transitoire que de grandes déformations permanentes. La période secondaire, comme on l'a dit depuis longtemps, est au moins pour l'Europe, en dépit de l'incessante mobilité du sol, une période de repos et de préparation.

Avec la période tertiaire, une ère nouvelle commence; dans l'évolution des faunes terrestres, comme dans celle des continents, tous les efforts mis longtemps en jeu sans résultats appréciables, aboutissent tout d'un coup et préparent rapidement l'état actuel. C'est d'abord la barrière, incomplètement établie par l'ancienne chaîne paléozoïque entre les deux moitiés de l'Europe, entre la Baltique et la Méditerranée,

qui, comme après le Jurassique, s'élève au-dessus des eaux et sépare les deux provinces; mais, cette fois, l'élévation est définitive et la limite devient permanente. La Manche s'ouvre, suivant un ancien synclinal, entre l'Atlantique et la mer du Nord, et les oscillations du sol n'établissent plus que des communications momentanées entre la France et l'Angleterre; notre nouvelle Baltique, partout bordée de lagunes plus ou moins dessalées, s'avance d'abord sur les bassins de la Seine et de la Tamise, où ses transgressions successives et où la composition de ses dépôts n'ont pas été mis encore dans un rapport bien net avec les oscillations du sol; dans un dernier effort, elle s'avance chez nous jusqu'au Plateau Central, jusqu'au pied des Alpes dans la vallée du Rhin, et couvre la plus grande partie de la Russie jusqu'aux plaines du Volga; mais elle rentre bientôt dans un lit voisin de son lit actuel et laisse la place aux vallées qui s'établissent, pour la plupart, dans les anciennes dépressions synclinales. La mer ne pénètre plus de nos côtés que par l'Atlantique, qui entre plus ou moins profondément à l'époque miocène dans les vallées de la Bretagne et dans celles de la Loire et de la Garonne.

Un dernier trait reste à noter pour cette partie septentrionale : au moment de la transgression oligocène, la mer est arrivée par ses prolongements lagunaires jusque dans les hautes vallées de la Loire et de l'Allier, et elle a même peut-être, par cette voie, établi une dernière communication avec la vallée du Rhône. Ces anciennes dépressions transversales se sont encore accentuées postérieurement, en rendant plus tranchée la séparation des bassins du Forez et de la Limagne.

Au sud, les mouvements sont plus importants : la période nummulitique commence par une régression générale, sur laquelle M. Munier-Chalmas a appelé l'attention : la mer ne subsiste plus que dans la Méditerranée ou dans les fossés qui s'approfondissent aux pieds de la grande chaîne alpine déjà émergée : MM. Kilian et Haug ont signalé dans l'Ubaye des plissements énergiques (bien que semblant jusqu'ici très limités en étendue), qu'on pourrait mettre en rapport avec cette régression. Un des golfes de l'Atlantique pénètre au nord des Pyrénées, prolongé jusqu'en Provence par des eaux saumâtres; un second golfe au sud arrive jusqu'à la mer tyrrhénienne, et, sans pénétrer dans la basse vallée du Rhône, s'allongeant suivant la même ligne directrice, il arrive pendant l'Éocène supérieur sur l'emplacement central des Alpes et se sépare en deux branches autour des massifs du Pelvoux et, du mont Blanc. Le facies *flysch* se développe, et sous la forme de poudingues de Palassou dans les Pyrénées, sous des formes plus variables dans les Alpes et les Carpathes, il embrasse et dessine sur

toute sa longueur l'emplacement de la chaîne ébauchée. C'est alors que des mouvements plus énergiques, sans aucun doute commencés, ainsi que le dit M. Schardt, pendant le dépôt du flysch, font se dresser la chaîne à l'état de montagnes permanentes et déterminent, des Corbières à l'extrémité de la Suisse, probablement même plus loin encore, en même temps que le surgissement d'ensemble, ces énormes déplacements horizontaux, à l'amplitude desquels on n'est pas encore arrivé à fixer une limite. La France a désormais sa frontière méridionale, qui ne fera plus que s'accroître, sauf en face de la vallée du Rhône.

Il y a là, en effet, une place spéciale, où nous pouvons seulement présumer que les mouvements ont été moins énergiques, la présence de la mer mettant obstacle à toute observation, mais où, en tout cas, comme cela est arrivé pour l'ancienne chaîne paléozoïque, ces mouvements n'ont pas produit d'élévation permanente. La mer oligocène, venant de la Méditerranée, arrive immédiatement sur notre littoral, où elle trouve la grande dépression nord-sud de la vallée du Rhône et de la Saône préparée par les érosions et coupant ainsi, dans son ensemble, un peu obliquement les plis successifs : ses prolongements lagunaires, continués peut-être par une série de lacs, y pénètrent largement au sud, s'étalant aussi dans les vallées de la Durance et de l'Huveaune, et montant au nord jusqu'à Dijon. Malgré la légère déviation locale amenée par l'érosion, les lignes directrices s'accroissent de nouveau dans le parcours de la mer miocène, qu'une coupure transversale, faisant à peu près suite à l'ancienne coupure de l'Elbe, laisse pénétrer, entre les Alpes et les Carpathes, dans le bassin de Vienne et dans les plaines de la Hongrie.

Un dernier effort orogénique, resté sans échos dans les Pyrénées, chasse la mer de cette dernière zone de pénétration et ajoute au pourtour des Alpes une nouvelle série de chaînons parallèles aux précédents : la mer de la Hongrie se retire sur l'emplacement de la mer Noire et de la Caspienne, en laissant derrière elle une série de lagunes et de lacs où pullulent les Paludines ; la Méditerranée, momentanément réduite à l'état de lac, pénètre encore en golfe dans la vallée du Rhône et dans celle du Pô. L'Europe actuelle est constituée, et une dernière période commence, avec laquelle on pourrait faire commencer l'époque actuelle, si on n'attachait pas une importance prépondérante à l'apparition de l'homme sur le globe.

Cette dernière période, par rapport à celles qui la précèdent, est caractérisée par ce fait que les mouvements importants ont cessé dans la région alpine, comme ils avaient cessé après l'ère primaire dans la région plus septentrionale, et qu'ils se concentrent dans la région

méditerranéenne. Ces mouvements, d'ailleurs, quoique n'étant pas de l'ordre orogénique, c'est-à-dire n'ayant pas fait surgir de nouvelle chaîne, sont comparables comme amplitude à ceux des périodes précédentes. Au début du Pliocène, le détroit du Gibraltar s'ouvre, et, à la fin du Pliocène, il s'approfondit assez pour laisser un moment passer les courants froids du fond de l'Atlantique. La mer Égée s'effondre et met la Méditerranée en communication avec la mer Noire. Le long des côtes de la Calabre et de la Sicile, le niveau relatif de la mer et de la terre a changé de plus de 1.000 mètres, et 400 mètres de ce déplacement sont attribuables à l'époque quaternaire. Enfin M. Munier-Chalmas pense, bien qu'on ne puisse le prouver, que le grand approfondissement des fosses méditerranéennes date de cette époque, et la faune de Mammifères de Malte et de l'île d'Elbe a fait admettre que ces îles avaient été reliées à l'Afrique.

Si, de plus, on comprend la dépression méditerranéenne dans un sens plus large, en la continuant, par les dépressions de l'Euphrate, de l'Indus et du Gange et les détroits de la Sonde d'une part, et de l'autre, par le golfe des Antilles et par-dessus la barrière volcanique de Panama, jusqu'aux bords du Pacifique, on doit signaler la possibilité de mouvements plus importants encore. Aux îles Barbades, on a trouvé des dépôts émergés, tout à fait semblables aux boues à Radiolaires rencontrées dans les sondages sous-marins, c'est-à-dire à des dépôts qui ne sont connus en voie de formation qu'à des profondeurs de 3 et 4.000 mètres. Les Radiolaires sont pareils aux formes vivantes, et avec eux on a trouvé un oursin, également rencontré dans les sondages à ces mêmes profondeurs. Un fait semblable est signalé à Sumatra, et, à moins de mettre en doute les résultats si précis des recherches du *Challenger*, il faut admettre là un déplacement vertical de plusieurs milliers de mètres. Un fait plus extraordinaire encore semblerait résulter des observations faites par M. Russell, aux pieds du mont Élie, sur les côtes de l'Alaska : des couches contenant la faune actuelle des mers voisines, non seulement se trouveraient relevées à près de 2.000 mètres de hauteur, mais encore plongeraient vers la montagne sous des couches plus anciennes. En tout cas, sur les côtes de Californie, les sédiments pliocènes sont en plusieurs points, avec les couches miocènes, relevés jusqu'à la verticale. Il faudrait en conclure que là, à l'ouest de l'Amérique, la période d'activité orogénique se continue encore, ou est du moins à peine terminée. En tout cas, on voit que ce serait une erreur profonde de croire notre globe entré dans une phase de repos. Sans doute nous ne sommes pas en état de relier et de coordonner les phénomènes dont je viens d'indiquer l'existence ;

dans leur ensemble seulement ils se groupent bien sur une des grandes lignes directrices du globe, et ils sont d'ordre comparable à ceux que nous pouvons suivre dans la région alpine à l'époque du Jurassique. La loi de recul des zones de mobilité maximum des régions polaires vers le continent équatorial se vérifie encore de nos jours, et le fait qu'on semble ainsi arrivé aujourd'hui aux bords de ce continent n'indique même pas un terme fatal de ce déplacement commencé et poursuivi depuis les premiers âges du globe : toute la région du Pacifique, toute la zone de l'immense éventail ouvert entre les Andes et les montagnes Rocheuses, ou, ce qui revient au même, entre les chaînes d'îles divergentes de la Mélanésie et de la côte asiatique, reste encore ouverte à de nouveaux mouvements, qui, bien que transportés sur des longitudes différentes, vérifieraient la même loi.

Une remarque curieuse est la sorte de récurrence qui semble, à l'époque quaternaire, avoir fait reparaître un écho affaibli de l'ancienne mobilité dans les régions polaires. Les terrasses marines et les autres traces du séjour de la mer à de grandes hauteurs au-dessus du niveau actuel se retrouvent dans toutes les régions qui entourent le pôle, et qui formaient soit l'ancien continent polaire, soit l'ancienne chaîne calédonienne; elles ne font guère défaut qu'au nord du Pacifique, et ne s'élèvent souvent qu'à 200 et même à 600 mètres d'altitude absolue. La submersion temporaire dont elles témoignent est postérieure à l'époque glaciaire, il nous est impossible de dire si un mouvement inverse, qui, comme tous les mouvements d'émersion, n'aurait pas laissé de traces, a pu être pour quelque chose dans la grande extension des glaciers polaires.

Entre ces deux régions, celle où nous vivons, celle de l'Europe centrale est, comme la région équatoriale, une zone de repos relatif. Il est permis cependant de croire qu'on peut arriver, là aussi, à étudier la continuation affaiblie des anciens mouvements. Une première méthode repose sur l'étude du tracé des vallées; M. le colonel de la Noé et M. de Margerie nous ont montré que ce tracé dépend de lois précises et que, pour beaucoup d'entre eux, nous pouvons arriver à reconstituer leur histoire, à suivre les progrès de leur creusement et les déviations de leurs cours. Ce tracé est quelquefois très simple, en relation seulement avec une dépression synclinale; le plus souvent il se compose d'éléments d'origine différente, toujours déterminés et reliés entre eux par la condition élémentaire de réunion des eaux dans les points bas et de leur écoulement par la ligne de plus grande pente. On peut trouver ainsi la preuve de mouvements du sol, sans lesquels le tracé, à une période de creusement moins avancé, serait incompa-

tible avec l'état des reliefs voisins. Comment ainsi la Meuse et le Rhin se sont-ils ouvert un canal sinueux à travers les plateaux de l'Ardenne, au lieu de s'écouler par des chemins qui nous semblent plus naturels et plus faciles? Dans certains cas, d'inégales dénudations de l'ensemble de la région peuvent fournir une explication; dans d'autres, il faut faire intervenir des élévations ou des affaissements. C'est ainsi qu'on a pu montrer, dans certains cas, que le travail d'érosion avait marché de pair avec le soulèvement d'une région, de la même manière que la sédimentation marche si souvent de pair avec l'affaissement des fonds marins. Cette étude, poussée déjà très loin en Amérique, est moins en faveur et moins avancée chez nous; mais on peut en attendre des résultats importants.

Une seconde méthode plus directe, quoique malheureusement encore inapplicable, reste à mentionner : c'est la comparaison de deux nivellements de précision faits à grand intervalle. C'est ainsi que le colonel Goulier, en comparant les résultats du nivellement actuel de la France et du nivellement de Bourdaloue, a cru pouvoir tracer pour une partie du pays des courbes d'égal affaissement. Les différences ne portent que sur des centimètres; il faut donc qu'il soit sûr d'une grande précision dans les observations. Or, c'est le contraire qui est vrai; on est sûr qu'il y a dans le nivellement de Bourdaloue des erreurs systématiques, comparables aux différences qu'on veut apprécier. Le colonel Goulier, avec sa grande expérience et son instinct très sûr des problèmes topographiques, a cru qu'on pouvait tenir compte de ces erreurs systématiques, et, dans l'essai qu'il a présenté avec les réserves nécessaires, il a déclaré que ces lignes ne semblaient montrer aucun rapport avec la structure géologique. M. Van den Broeck a été d'un avis contraire et a montré d'ingénieux rapprochements. Je crois, pour ma part, dans ces conditions, inutile d'essayer à mon tour une comparaison, qui, vu la nature des données, ne peut conduire à aucun résultat certain. Mais on peut espérer que le nivellement actuel pourra plus tard servir de base à une comparaison semblable; si les mouvements du sol sont de l'ordre qu'a admis le colonel Goulier, on pourra alors tracer avec certitude les courbes d'égal affaissement; on pourra voir si elles laissent se dessiner, à la surface, des rides plus ou moins alignées; on pourra voir si l'emplacement et la direction de ces rides sont conformes à nos lignes directrices. Il est permis de croire alors qu'on pourra vérifier, par des mesures précises, si notre continent, comme pour ma part je n'en doute pas, poursuit encore de nos jours sa lente évolution vers le but final, qui nous restera toujours inconnu.

En terminant, je ne me dissimule ni les nombreuses lacunes qui restent dans cet aperçu, ni l'incertitude et le vague de quelques-uns des rapprochements essayés. Il y a dans les pages qui précèdent plus de questions posées que de problèmes résolus. On ne peut s'en étonner; il faudrait se méfier d'une théorie qui nous apporterait tout d'un coup la solution, toute prête et toute tracée, des problèmes complexes de la Géologie. Les vérifications de détail sont nécessaires pour faire admettre complètement la loi de la récurrence perpétuelle des mouvements de l'écorce, pour voir dans quels cas elle est soumise à des exceptions à peu près inévitables et pour laisser juger de son degré de précision. Il me semble pourtant que, dans ce que nous connaissons déjà, les coïncidences sont trop nombreuses, les traits généraux s'accusent avec trop d'évidence, pour qu'on puisse croire à des hasards ou à des illusions. Nous ne sommes, d'ailleurs, pas loin du moment où une pareille étude pourra s'étendre, non seulement à l'Europe, mais à tout notre hémisphère et où la généralité des résultats offrira une nouvelle garantie de leur exactitude. En supposant que la loi énoncée ne doive nous fournir qu'un cadre provisoire de coordination, elle assure dans cette voie un progrès indubitable, et, si l'on peut lui contester encore un caractère de rigoureuse certitude, on ne peut se refuser à y voir un précieux instrument de recherche.

LISTE GÉNÉRALE

Arrêtée le 17 Février 1893

DES MEMBRES

DE LA

SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

FONDÉE A BRUXELLES, LE 17 FÉVRIER 1887 (1)

Membre Protecteur.

Le Bourgmestre de la Ville de Bruxelles.

Membres Honoraires.

- 1 * **Barrois**, Charles, Docteur ès-sciences, maître de conférences à la Faculté des sciences, 37, rue Pascal, à Lille.
- 2 **Bertrand**, C. Eg. Professeur de botanique à la Faculté des sciences, à Lille.
- 3 **Bertrand**, Marcel, Ingénieur en chef des mines, Professeur de géologie à l'École des mines, 101, rue de Rennes, à Paris.
- 4 **Beyrich**, Dr E., Professeur à l'Université, 11, Platz am Neuen Thor, Berlin N. W.
- 5 **Bonney**, Rév. Thomas George, Professeur de géologie et de minéralogie à University College, 23, Denning Road, Hampstead. London N. W.
- 6 **Brögger**, W. C., Professeur à l'Université de Christiania.
- 7 * **Capellini**, Giovanni, Commandeur, Professeur de géologie à l'Université, via Zamboni, à Bologne (Italie).
- 8 **Cope**, E.-D., Prof., 2102, Pine Street, à Philadelphie (Pensylvanie).
- 9 **Credner**, Dr Hermann, Directeur du Service royal géologique de Saxe, Professeur à l'Université de Leipzig.
- 10 * **Dames**, Wilhelm, Professeur à l'Université, 11, Joachimsthaler Strasse, à Berlin. W.
- 11 **Dana**, James. D., Professeur de Géologie et de Minéralogie, Yale College, à Neu-Haven (Connecticut). U. S.

(1) Les noms des **fondateurs** se trouvent dans la liste ci-dessous, précédés d'un astérisque. Les noms des *membres à vie* sont précédés de deux astérisques.

- 12 **Daubrée**, Aug., Membre de l'Institut, Professeur de géologie au Muséum, 254, boulevard Saint-Germain, à Paris.
- 13 **Dawson** J.-W., Principal of Mac-Gill College, à Montréal (Canada).
- 14 **Fouqué**, F., Professeur au Collège de France, 23, rue Humboldt, à Paris.
- 15 **Gaudry**, Albert, Membre de l'Institut, Professeur de paléontologie au Muséum, 7bis, rue des Saint-Pères, à Paris.
- 16 * **Geikie**, Archibald, LL. D.; F. R. S., Directeur général des services géologiques de Grande-Bretagne et d'Irlande; Museum, 28, Jermyn-Street, London S. W.
- 17 * **Geikie**, James, LL. D.; F. R. S., Professeur de géologie et de minéralogie à l'Université d'Edimbourg, 31, Merchiston Avenue, Edinburgh.
- 18 **Geinitz**, H. B., Conseiller aulique, Directeur du Musée royal minéralogique, à Dresde (Saxe).
- 19 * **Gosselet**, Jules, Professeur de géologie à la Faculté des sciences, 18, rue d'Antin, à Lille.
- 20 **Hall**, James, Géologue de l'État et directeur du Musée national d'histoire naturelle, à Albany (New-York).
- 21 **Hauchecorne**, Directeur du Service de la Carte géologique et de l'École des mines, 44, Invalidenstrasse, à Berlin N.
- 22 **Hauer** (Chevalier Fr. von), Intendant général du Musée I. R. d'Histoire naturelle de la Cour, à Vienne (Autriche).
- 23 **Heim**, Alb., Professeur à l'Université de Zurich, à Hottingen (Zurich).
- 24 **Hughes**, Thomas, Mac Kenny, Professeur de géologie à l'Université, Woodwardian Museum, Trinity College, Cambridge.
- 25 **Issel**, Arthur, Professeur à l'Université, Président de la Société géologique italienne, 3, Via Giopallo, à Gênes.
- 26 * **Jones**, T. Rupert, F. R. S., 17, Parson's Green, Fulham, London. S. W.
- 27 **Judd**, J. W., Professeur de géologie à l'École royale des mines, London S. W.
- 28 **Koenen** (A. von), Dr, Professeur de géologie et de paléontologie à l'Université de Göttingen.
- 29 **Lapparent** (Albert de), Professeur à l'Université catholique, 3, rue de Tilsitt, à Paris.
- 30 * **Lœwinson-Lessing**, P., Professeur de géologie à l'Université de Dorpat (Russie).
- 31 **Marsh**, O. C., Prof., Yale College, New Haven. (Connecticut.)
- 32 **Michel Lévy**, A., Ingénieur en chef des mines, 22, rue Spontini, à Paris.
- 33 **Mojsisovics von Mojsvar**, Edmund, Obergrath et Géologue en chef de l'Institut I. R. géologique d'Autriche, 26, Strohgassee, à Vienne.
- 34 **Nikitin**, Serge, Géologue en chef du Comité géologique de Russie, Institut des mines, à Saint-Petersbourg.
- 35 * **Potier**, Alfred, Ingénieur en chef des mines, Professeur à l'École polytechnique de Paris, 89, boulevard Saint-Michel, à Paris.
- 36 **Prestwich**, Joseph, M. A.; F. R. S., Ancien Professeur de géologie à l'Université d'Oxford, Soreham, près Sevenoaks (Kent).
- 37 * **Renévier**, Eugène, Professeur de géologie à l'Académie, Haute-Combe, Lausanne (Suisse).
- 38 **Richthofen** (Baron von), Professeur de géographie à l'Université de Berlin, 117, Kurfürstenstrasse, à Berlin.

- 39 * **Risler**, Eugène, Directeur de l'Institut agronomique de France, 106bis, rue de Rennes, à Paris.
- 40 * **Rosenbusch**, Dr H., Professeur de géologie à l'Université, à Heidelberg.
- 41 * **Rouville** (A. P. de), Professeur de géologie à la Faculté des sciences de Montpellier (Hérault).
- 42 **Sacco**, Federico, Professeur de paléontologie à l'Université, Palais Caringnan, à Turin.
- 43 **Sandberger** (Dr Fridolin, von), Professeur de géologie et de minéralogie à Wurtzbourg (Bavière).
- 44 * **Saporta** (Gaston, Marquis de), Correspondant de l'institut de France, à Aix (Bouches-du-Rhône).
- 45 **Suess**, Eduard, Professeur à l'Université, à Vienne.
- 46 * **Winkler**, T. C., Docteur en sciences, Conservateur au Musée Teyler, à Harlem.
- 47 **Zirkel**, Prof. Dr F., Professeur de géologie à l'Université, 15, Thaistrasse, à Leipzig.
- 48 * **Zittel** (Karl, von), Docteur en philosophie, Professeur à l'Université, Directeur du Musée royal de paléontologie, à Munich.

Membres Associés Étrangers.

- 1 **Bornemann**, J. G., Dr Phil., à Eisenach (Allemagne).
- 2 **Choffat**, Paul, Attaché à la section des travaux géologiques du Portugal, 113, rue do Arco a Jesus, à Lisbonne (Portugal).
- 3 * **Dollfus**, Gustave, Attaché au levé de la Carte géologique de France, 45, rue de Chabrol, à Paris.
- 4 * **Dunikowski** (Émile, Chevalier de), Dr Phil., Privatdocent à l'Université de Lemberg (Galicie).
- 5 * **Foresti**, Ludovico, Docteur en médecine, Aide-naturaliste de géologie et de paléontologie au Musée de l'Université, à Bologne (Italie).
- 6 **Golliez**, A., Professeur à l'Université de Lausanne.
- 7 * **Karrer**, Félix, Attaché au Musée I. R. minéralogique de la Cour, à Vienne (Autriche).
- 8 **Lang**, Otto, 13, Nelkenstrasse, Hanovre (Allemagne).
- 9 **Lotti**, Bernardino, Docteur, Ingénieur au Corps des mines, à Rome.
- 10 **Mayer-Eymar**, Charles, Dr ès-sciences, Professeur de paléontologie à l'Université, à Zurich (Suisse).
- 11 **Meunier**, Stanislas, Professeur de géologie au Muséum d'histoire naturelle, 7, boulevard Saint-Germain, à Paris.
- 12 **Munier-Chalmas**, Professeur de géologie à la Sorbonne, à Paris.
- 13 **Picard**, Karl, Membre de diverses sociétés savantes, Nordhauserstrasse, 2, à Sondershausen (Allemagne).
- 14 **Pohlig**, Dr Hans, professeur à l'Université de Bonn (Prusse).
- 15 **Stapff**, Frédéric-Maurice, Dr Phil., Ingénieur-Géologue, 3, Berliner Strasse, à Weissensee, près Berlin.
- 16 **Sturtz**, B., Dr du Comptoir minéralogique et paléontologique de Bonn, 2, Riesstrasse, à Bonn.
- 17 **Tachini**, Directeur de l'Observatoire du Collège Romain, à Rome.

- 18 **Taine**, Albert, Pharmacien de 1^{re} classe, à Mondrepuis par Hirson (Aisne).
- 19 **Toutkowsky**, Paul, Conservateur du Cabinet minéralogique et géologique de l'Université de Kiew (Russie).
- 20 **Winchel**, Alexandre, L. L. D., Professeur de géologie et de paléontologie à l'Université de Michigan, à Ann Arbor, Michigan (États-Unis d'Amérique).
- 21 **Zervas**, Josef, 20, Vesey street, New-York.
- 22 **Zervas**, Donni, 19, Ginza Sanchome, Tokio (Japon).

Membres Effectifs.

1^o Membres à perpétuité.

- 1 Administration communale de la **Ville de Bruxelles**.
- 2 Administration communale de la **Ville de Verviers**.
- 3 Maison **Solvay et C^{ie}**, Industriels, à Bruxelles.
- 4 Administration communale de la **Ville de Binche**.
- 5 Administration communale de la **Ville de Gand**.
- 6 Société des Travaux d'eau, à Anvers.

2^o Membres effectifs.

- 7 **André**, E., Inspecteur des chemins vicinaux au ministère de l'Intérieur et de l'Instruction publique, 32, rue de Venise, à Ixelles.
- 8 **Annoot**, J.-B., Professeur honoraire à l'Athénée royal de Bruxelles, 74, rue Gallait, à Schaerbeek.
- 9 **Armatchefski**, Pierre, Professeur à l'Université de Saint-Vladimir, à Kiew (Russie).
- 10 **Aubry**, Camille, 19, rue Tasson-Snel, à Bruxelles.
- 11 **Axer**, A. H., Entrepreneur de puits artésiens, 300, chaussée d'Anvers, à Bruxelles.
- 12 **Baillon**, Jean, Membre de diverses sociétés savantes, 367, chaussée de Courtrai, à Gand.
- 13 **Bayet**, Adrien, Propriétaire, 33, Nouveau Marché-aux-Grains, à Bruxelles.
- 14 **Bayet**, Louis, Ingénieur, à Walcourt.
- 15 * **Béclard**, Ferdinand, Secrétaire de la Direction du Musée royal d'histoire naturelle, 85, avenue d'Auderghem, à Etterbeek (Bruxelles).
- 16 **Belpaire**, F., Rentier, 48, rue Marcgrave, à Anvers.
- 17 **Bennert**, Victor, 95, rue de la Loi, Bruxelles.
- 18 **Berger**, Louis, Administrateur-Inspecteur général des ponts et chaussées, 311, rue Rogier, à Bruxelles.
- 19 **Bergeron**, Ingénieur civil, 157, boulevard Haussmann, à Paris.
- 20 **Bernus**, Louis, Propriétaire, 16, rue du Moulin, à Charleroi.
- 21 **Besmes**, Victor, Inspecteur-voyer, 32-34, rue Jourdan, à Saint-Gilles-lez-Bruxelles.
- 22 * **Blanchart**, Camille, Ingénieur honoraire des mines, 36, rue de Pascale, à Bruxelles.

- 23 * **Blondiaux**, Auguste, à Thy-le-Château (province de Namur).
- 24 **Bockstael**, Émile, bourgmestre de la commune de Laeken, Conseiller provincial, 274, avenue de la Reine, à Laeken.
- 25 **Botti**, Ulderigo, à Reggio-Calabria (Italie).
- 26 **Bouhy**, Victor, Docteur en droit, 58, rue d'Archis, à Liège.
- 27 **Bourdariat**, Alexandre, à Moirans (Ysère), France.
- 28 **Bourgoignie**, Léonce, Ingénieur des ponts et chaussées, 23, Grand'Place, à Termonde.
- 29 **Boussemaer**, Ingénieur, 57, rue Auber, à Lille.
- 30 **Brants**, Ch., Secrétaire communal d'Etterbeek, 5, rue Dekens, à Etterbeek.
- 31 **Brichaux**, A., Chimiste à la Société Solvay, 226, rue de la Victoire, à Bruxelles.
- 32 **Burrows**, Henry William, Architecte, 16, Endymion Road, Brixton Hill, London, S. W.
- 33 **Campion**, Maurice, Ingénieur, à Vilvorde.
- 34 * **Carez**, Léon, Docteur ès-sciences, 18, rue Hamelin, à Paris.
- 35 * **Cauderlier**, Émile, Industriel, 8, rue Crayer, à Bruxelles.
- 36 * **Cauderlier**, Gustave, Ingénieur, Industriel, 221, chaussée de Vleurgat, à Bruxelles.
- 37 **Charlier**, Ch., Ingénieur, 10, rue Philippe-le-Bon, à Bruxelles.
- 38 **Chomé**, F., Professeur à l'École militaire, 41, avenue de l'Hippodrome, à Ixelles.
- 39 **Cobbaert**, G., 18, rue de Bucharest, à Ostende.
- 40 **Cobbaert**, Louis, Industriel, à Ninove.
- 41 **Cocheteux**, Albert, Ingénieur au chemin de fer de l'État du Chili, par Valparaíso.
- 42 **Cogels**, P., Géologue, au Château de Boeckenberg, à Deurne (Anvers).
- 43 **Collette**, Émile, Conducteur des ponts et chaussées, 79, rue Saint-Martin, à Tournai.
- 44 **Coppe**, Arthur, Ingénieur belge au service du Gouvernement roumain, 13bis, Strada Rozilor, à Bucharest.
- 45 **Cordeweener**, Jules, Ingénieur, 5, rue d'Angleterre, à Bruxelles.
- 46 **Cornet**, J., Docteur en sciences, 11, rue Conscience, à Gand.
- 47 **Cossoux**, Léon, Ingénieur civil, Ex-ingénieur du gouvernement russe au Caucase, 28, rue Bériot, à Saint-Josse-ten-Noode.
- 48 * **Craven**, Alfred, F. G. S., 82, rue de l'Hermitage, à Ixelles.
- 49 * **Cumont**, Georges, Avocat près de la Cour d'appel, 19, rue de l'Aqueduc, à Bruxelles.
- 50 **Cuvelier**, Eugène, Capitaine du Génie, Professeur à l'École militaire, 31, rue de Milan, à Ixelles.
- 51 **Cuylits**, Jean, Docteur en médecine, 44, boulevard de Waterloo, à Bruxelles.
- 52 * **Dagincourt**, Emmanuel, Docteur en médecine, 10, rue Wéber, à Paris.
- 53 **Daimeris**, A., Professeur à l'Université, 4, rue Royale, à Bruxelles.
- 54 **Dapsens**, Directeur, Propriétaire de carrières, à Yvoir-lez-Dinant.
- 55 * **Dathe**, Ernst, Dr Phil., Géologue du Service royal géologique de Prusse, 44, Invalidenstrasse, à Berlin N.
- 56 **d'Ault-Dumesnil**, 1, rue de l'Eauette, à Abbeville (Somme).
- 57 * **Dautzenberg**, Philippe, Paléontologue, 213, rue de l'Université, à Paris.

- 58 **Deblon**, A., Ingénieur de la Compagnie intercommunale des eaux, 7, rue de la Ruche, à Bruxelles.
- 59 **De Busschere**, A., Conseiller à la Cour d'appel, 82, rue Mercelis, à Ixelles.
- 60 **De Busschere**, Louis, Ingénieur en chef aux chemins de fer de l'État, 25, rue du Marteau, à Bruxelles.
- 61 * **Deby**, Julien, F. G. S., Ingénieur, 31, Belsize Avenue, St-John's Wood, London N. W.
- 62 **De Keyser**, J. B., Conseiller provincial et communal, à Renaix.
- 63 **Delheid**, Ed., 71, rue Veydt, à Ixelles.
- 64 * **Delecourt-Wincqz**, Jules, Conseiller provincial du Brabant, Ingénieur-Conseil de la C^{ie} Internationale de recherches de mines et d'entreprises de sondages, 16, rue de la Pépinière, à Bruxelles.
- 65 **Delobe**, André, Pharmacien, à Tournai.
- 66 **Demeuninck**, Pharmacien, à Tournai.
- 67 **De Naeyer**, Industriel, à Willebroeck (Brabant).
- 68 **Denys**, Ernest, Ingénieur, D^r de la Soc. anonyme des Phosphates du Bois d'Havré, à Havré, près Mons.
- 69 **De Schryver**, Ferdinand, Ingénieur principal des ponts et chaussées, 29, rue du Prince royal, à Ixelles.
- 70 **Dethy**, Théophile, Ingénieur des ponts et chaussées, 48, rue du Pepin, à Namur.
- 71 **Dewilde**, Prosper, Professeur de chimie à l'Université, 339, avenue Louise, à Bruxelles.
- 72 **D'Hondt**, F., Directeur du Laboratoire agricole et industriel, à Courtrai.
- 73 **Dokoutchaieff**, B., Professeur de Minéralogie à l'Université de Saint-Petersbourg.
- 74 * **Dollo**, Louis, Ingénieur civil, Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle, 31, rue Vautier, Bruxelles.
- 75 **Donkier de Donceel**, à Vaux-sous-Chèvremont.
- 76 **Dormal**, Victor, docteur en sciences naturelles, Professeur à l'Athénée, Secrétaire général de la Société géol. du Luxembourg, 66, rue du Gouvernement, à Arlon.
- 77 * **Dotremont**, Victor, Sondeur, à Hougaerde, près Tirlemont.
- 78 **Douvillé**, Henri, Ingénieur en chef des mines, Professeur de Paléontologie à l'École des mines, 207, boulevard Saint-Germain, à Paris.
- 79 **Dubois**, J.-B. (Chanoine), rue des Jésuites, à Tournai.
- 80 ** **Dupont**, Édouard, Directeur du Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, à Bruxelles.
- 81 * **Duraffour**, Ferdinand, Entrepreneur de sondages, à Tournai.
- 82 **Dutertre**, Émile, Docteur en médecine, 6, rue de la Coupe, à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais) France.
- 83 **Erens**, Alphonse, docteur en sciences naturelles, 66, rue de Tirlemont, à Fauquemont (Limbourg Hollandais).
- 84 * **Fagès**, Gustave, Agent général des mines de Bernissart, 79, rue de Roucourt, à Péruwelz (Hainaut).
- 85 * **Falk-Fabian**, Théodore, Directeur de l'Institut national de géographie, 20, rue des Paroissiens, à Bruxelles.
- 86 * **Félix**, J., Docteur en médecine, 10, rue Marie-de-Bourgogne, à Bruxelles.

- 87 * **Fendius**, Émile, Ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Liège.
- 88 **Fisch**, A., rue de la Madeleine, à Bruxelles.
- 89 **Fontaine**, Adolphe, Géomètre du Cadastre, Vieu-Anthisnes (par Comblain-au-Pont).
- 90 * **Fornasini**, Carlo, Docteur en sciences, via della Lame, 24, à Bologne (Italie).
- 91 * **François**, Christophe, Ingénieur, 50, rue d'Orléans, à Bruxelles.
- 92 * **Friedrichs**, H., 4, rue de Naples, à Ixelles (Bruxelles).
- 93 * **Friren**, Auguste, Professeur au Petit Séminaire, à Montigny-lez-Metz (Alsace-Lorraine).
- 94 **Geets**, Ingénieur, à Saint-Nicolas (Waes).
- 95 * **Ghesquière**, Paul, Officier d'État-major en retraite, 33, chaussée de la Hulpe, à Boitsfort.
- 96 **Ghislain**, Philibert, Ingénieur en chef, Directeur de service aux chemins de fer de l'État, à Tournai.
- 97 ** **Gibbs**, William, B., Membre de diverses sociétés savantes, Thornton, Beulah Hill, Upper Norwood, à Londres.
- 98 **Gilbert**, Théod., A. F., Docteur en médecine, 26, avenue Louise, à Bruxelles.
- 99 **Goblet d'Alviella** (comte Eugène), Propriétaire, au château de Court-Saint-Étienne et 10 rue Faider, à Bruxelles.
- 100 **Goffart**, J.-L., Lithographe, 181, rue du Progrès, à Bruxelles.
- 101 **Goffinet**, Th., Conducteur provincial, Commissaire-voyer, à Braine-l'Alleud.
- 102 ** **Gottsche**, Karl, Docteur en philosophie, Conservateur au Muséum d'histoire naturelle, à Hambourg.
- 103 **Gourret** Paul, Docteur ès-sciences, Professeur suppléant à l'École de plein exercice de médecine de Marseille, 15, rue de Village, à Marseille.
- 104 **Grossouvre (de)**, A., Ingénieur en chef des mines, à Bourges (France).
- 105 * **Habets**, Alfred, Ingénieur, Professeur à l'Université, 3, rue Paul Devaux, à Liège.
- 106 * **Hagenbeck**, Richard, Entrepreneur de puits artésiens, 312, chaussée d'Anvers, à Bruxelles-Nord.
- 107 **Hainaut**, Edgar, Ingénieur des ponts et chaussées, 8, Grand'Place, à Tournai.
- 108 **Hannon**, Ed., Ingénieur, rue de la Concorde, 43, à Ixelles, lez-Bruxelles.
- 109 **Hanuisse**, Édouard, Chimiste, 54, rue Hôtel des Monnaies, à Bruxelles.
- 110 **Hankar**, Albert, Capitaine d'État-major, 51, chaussée d'Haecht, à Saint-Josse-ten-Noode (Bruxelles).
- 111 **Hankar**, P., Architecte, 63, rue De Facqz, à Bruxelles.
- 112 **Hanrez**, Prosper, Ingénieur, 190, chaussée de Charleroi, à Bruxelles.
- 113 **Hans**, J., Ingénieur des ponts et chaussées, 101, rue du Commerce, à Bruxelles.
- 114 **Hardenpont**, L., Sénateur, rue du Mont de Piété, à Mons.
- 115 * **Harris**, Georges, F., 23, St Saviour's Road, Brixton Hill, London S. W.
- 116 **Hassenpflug**, Dr Phil., Chimiste à Flers, près Croix-Wasquehal, France (Nord).
- 117 **Henricot**, Émile, Industriel, Membre de la Chambre des Représentants, à Court-Saint-Étienne.

- 118 **Henroz**, Camille, Directeur des manufactures de glaces, à Floreffe.
- 119 **Henry**, Hector, Ingénieur, à Dinant.
- 120 **Hermans**, Jean-Baptiste, Ingénieur aux chemins de fer de l'État belge, 4, rue de la Prévôté, à Bruxelles.
- 121 **Heymans**, Léon, Géomètre-Juré, Conducteur de travaux, à Rebecq-Rognon.
- 122 **Holzappel**, Docteur Édouard, Professeur à l'École technique supérieure, 7, Templegraben, à Aix-la-Chapelle.
- 123 * **Houzeau de Lehaie**, Auguste, ancien Représentant, à Hyon, près Mons.
- 124 * **Hovelacque**, Maurice, Docteur en sciences, 1, rue Castiglione, à Paris.
- 125 **Ibels**, Jean-Baptiste, Industriel, 57, chaussée de Mons, à Cureghem, lez-Bruxelles.
- 126 * **Idiers**, Fernand, Industriel, à Menin.
- 127 * **Inostranzeff**, A., Conseiller d'État, Professeur de géologie à l'Université de Saint-Petersbourg.
- 128 **Isbecque**, Alfred, Ingénieur principal des chemins de fer de l'État, à Tournai.
- 129 * **Jacques**, Victor, Docteur en médecine, Secrétaire général de la Société d'Anthropologie de Bruxelles, 36, rue de Ruysbroeck, à Bruxelles.
- 130 **Janet**, Charles, Ingénieur des Arts et Manufactures, à Beauvais (France).
- 131 **Janet**, Léon, Ingénieur au Corps des Mines, 85, rue d'Assas, à Paris.
- 132 **Janson**, Paul, Avocat, Sénateur, 260, rue Royale, à Schaerbeek.
- 133 **Johnston-Lavis**, H.-J. — M; D. M. R. C. S. Prof. agrégé, Univ. R. de Naples, Beaulieu (Alpes-Marit.) (*hiver*); Harrogate Yorks. England. (*été*).
- 134 **Johnstrup**, F., Professeur de géologie à l'Université, à Copenhague (Danemark).
- 135 **Jonniaux**, Henri, Ingénieur en chef des ponts et chaussées, à Anvers.
- 136 **Jorissenne** Gustave, Dr, 130, boulevard de la Sauvenière, à Liège.
- 137 **Jottrand**, Gustave, Avocat, ancien Représentant, 39, rue de la Régence, à Bruxelles.
- 138 **Kerckhove (de)**, Oswald, ancien Représentant, 5, rue Digue de Brabant, à Gand.
- 139 **King**, William, Dr Sc., Directeur du service géologique des Indes, à Calcutta.
- 140 **Klement**, C., Dr Phil., Aide-naturaliste au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, 31, rue de Toulouse, à Bruxelles.
- 141 * **Koch**, Dr Phil., Géologue du service royal géologique de Prusse, 44, Invalidenstrasse, à Berlin N.
- 142 * **Koken**, Ernest, Dr Phil., Professeur de géologie à l'Université, Königsberg.
- 143 * **Kuborn**, Hyacinthe, D. M., membre titulaire Acad. R. médéc., Prof. d'hygiène École norm., Président de la Société de médecine publique, 33, rue de Colard, à Seraing.
- 144 **Lafitte**, J., Ingénieur, Maître de Carrières, à Fourmies (Nord).
- 145 **Lahaye**, Charles, Ingénieur en chef, Directeur des ponts et chaussées, 34, rue de Pascale, à Bruxelles.
- 146 **Lambert**, Guillaume, Ingénieur, 41, boulevard Bischoffsheim, à Bruxelles.
- 147 **Lancaster**, Albert, Membre de l'Académie roy. des sciences, Météorologiste inspecteur de l'Observatoire royal, 263, avenue Brugman, à Uccle.

- 148 **Lanin**, Nicolas Petrowitch, Rédacteur du *Courrier Russe*, Pont Moskowsky, à Moscou.
- 149 * **Lang**, Arthur, Industriel, 57, chaussée de Mons, à Cureghem, lez-Bruxelles.
- 150 **Latinis**, Léon, Ingénieur expert, à Seneffe.
- 151 **Lechien**, Adolphe, Ingénieur aux chemins de fer de l'État belge, 20, rue de l'Hôtel de Ville, à Arlon.
- 152 * **Legrand**, François, Entrepreneur de travaux de mines, chaussée de Zwynaarde, 1, à Gand.
- 153 ** **Le Marchand**, Augustin, Ingénieur, 2, rue Traversière, aux Chartreux, à Petit-Quevilly (Seine-Inférieure), France.
- 154 * **Lemonnier**, Alfred, Ingénieur, 60, boulevard d'Anderlecht, Bruxelles.
- 155 **Lentz**, Docteur, Directeur de l'Asile des aliénés de l'État, à Tournai.
- 156 **Lentz**, Ch., Ingénieur aux chemins de fer de Roumanie, à Bucharest.
- 157 **Lindner**, Otto, Ingénieur, 148, rue de Mérode, à Saint-Gilles.
- 158 **Lippmann**, Édouard, Entrepreneur de puits artésiens et sondages, 36, rue de Chabrol, à Paris.
- 159 **L'Olivier**, H., 25, rue des Quatre Vents, à Molenbeek-Saint-Jean.
- 160 * **Lonquéty**, Maurice, Ingénieur civil des mines, 17, rue Saint-Jean, à Boulogne-sur-Mer.
- 161 **Looz-Corzwarem** (Comte H. de), Bourgmestre de Buvrinnes (Hainaut).
- 162 **Lorié**, J., Docteur en sciences, Privat-Docent à l'Université, 7, Ambachtstraat, à Utrecht (Pays-Bas).
- 163 **Losseau**, Léon, Chimiste de la fabrique de Bougies De Roubaix, (Edenkoven, 2, rue Appelmanns, à Anvers.
- 164 **Lundgren**, Bernard, Professeur de géologie à l'Université, à Lund (Suède).
- 165 **Lyon**, Clément, Homme de Lettres, rue de Montigny, à Charleroi.
- 166 **Macpherson**, Joseph, Géologue, 4, Calle de Exposicion, Barrio de Monasterio, à Madrid.
- 167 **Margerie** (Emmanuel de), 132, rue de Grenelle, à Paris.
- 168 **Masseau**, Junius, Ingénieur principal des ponts et chaussées, Professeur à l'Université, 22, rue de Marnix, à Gand.
- 169 **Masson**, Ch., Directeur du Laboratoire d'analyses de l'État, à Gembloux.
- 170 **Masson**, Edmond, Ingénieur, 97, rue Royale, à Bruxelles.
- 171 **Maurer**, R., Friedrich, Paléontologue, Heinrichstrasse, 169, à Darmstadt.
- 172 **Mesens**, Ed., Bourgmestre d'Etterbeek, 69, rue des Rentiers, à Etterbeek (Bruxelles).
- 173 **Mesnil** (baron Oscar de), Conseiller communal à Spa.
- 174 **Meistreit**, Gabriel, Ingénieur honoraire des mines, 51, Calle 25 de Mayo, à Buenos-Ayres (Républ. Argentine).
- 175 * **Michelet**, Gustave, Ingénieur, Administrateur délégué de la Société des Tramways Bruxellois, 6, rue de Pascale, à Bruxelles.
- 176 **Mieg**, Mathieu, Rentier, 48, avenue de Modenheim, à Mulhouse (Alsace).
- 177 **Moens**, Jean, F. J., à Lede, près Alost.
- 178 **Molengraff**, G. A. F. (Dr), Privat Docent à l'Université, 394, 1^{ste} Pachtstraat, à Amsterdam.
- 179 **Molino Foti**, Ludovico, Ingénieur du Bureau technique, à Messine (Sicile).

- 180 **Monnoyer**, Léon, Conseiller provincial, Président de la Chambre syndicale des matériaux de construction, 252, avenue Louise, à Bruxelles.
- 181 **Monthaye**, Capitaine d'état-major au ministère de la guerre, à Bruxelles.
- 182 **Morin**, Pierre, Ingénieur, à Sangatte (Pas-de-Calais).
- 183 * **Moulán**, C. T., Ingénieur, 266, avenue de la Reine. à Laeken.
- 184 * **Munck** (Émile de), artiste peintre, membre de diverses sociétés savantes, à Havré, près Mons, et 27, boulevard d'Anvers, Bruxelles.
- 185 **Navez**, L., Homme de Lettres, 158, chaussée d'Haecht, à Bruxelles.
- 186 **Nicolis**, Enrico (Chevalier), Corte Quaranto, à Vérone.
- 187 * **Noblet**, Albert, Ingénieur civil, Directeur-Propriétaire de la *Revue universelle des Mines*, 48, rue Beckman, à Liège.
- 188 ** **Noetling**, Fritz, Docteur en Philosophie, Paléontologue du service géologique des Indes, à Calcutta
- 189 **Nowé**, J.-B., Brasseur, Échevin de la commune de Vilvorde, 8, rue du Curé, à Vilvorde.
- 190 **Nowicki**, Ignace, Ingénieur, à Lipowetz, Gouv^t de Kieff (Russie).
- 191 **Oebbeke**, C., Professeur Mineralogisch-geologisches Laboratorium der technischen Hochschule, à Munich.
- 192 **Omboni**, Giovanni, Professeur de géologie à l'Université, à Padoue (Italie).
- 193 * **Passeleccq**, Albert, Ingénieur, Directeur du Charbonnage du Midi de Mons, à Cyprès (Hainaut).
- 194 **Paulin-Arrault**, A., Ingénieur, 69, rue Rochechouart, à Paris.
- 195 **Paulin Brasseur**, Industriel, à Couillet (Hainaut).
- 196 * **Pelseener**, Paul, Docteur en sciences, Professeur à l'École Normale, 53, boulevard Léopold, à Gand.
- 197 * **Pergens**, Édouard, Docteur en sciences, 124, rue Royale, à Bruxelles.
- 198 **Perrin**, Fils, Instituteur, Paléontologue, à Bollène, Vaucluse (France).
- 199 * **Petermann**, Arthur, Docteur en sciences, Directeur de la station agronomique de l'État, à Gembloux.
- 200 **Pieret**, Victor, Ingénieur en chef provincial du Brabant, 52, rue Joseph II, à Bruxelles.
- 201 * **Pierre**, Gustave, Industriel, 7, rue de Ruysbroeck, à Bruxelles.
- 202 * **Piret**, Adolphe, Directeur du Comptoir belge de géologie et de minéralogie, Palais Saint-Jacques, à Tournai.
- 203 **Plumat**, Polycarpe, Ingénieur au Grand-Hornu, à Hornu.
- 204 **Portis**, Alessandro, Professeur de géologie et de paléontologie à l'Université de Rome, 20, Via Gioberti, à Rome.
- 205 **Poskin**, Achille (D^r), 33, rue des Rivageois à Liège.
- 206 **Proost**, A., Inspecteur général de l'Agriculture, 16, rue Anoul, à Bruxelles.
- 207 **Prosorowski-Galitzin** (Prince), Conservateur au Musée géologique, Maître de cérémonies de S. M. l'empereur de Russie, 75, Mayka, à Saint-Petersbourg.
- 208 * **Purves**, John, Docteur en médecine, Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle, 86, chaussée de Vleurgat, à Bruxelles.
- 209 * **Puttemans**, Charles, Professeur de Chimie à l'École Industrielle, 59, rue du Moulin, à Saint-Josse-ten-Noode, lez-Bruxelles.
- 210 **Putzeys**, Ingénieur des travaux de la Ville, 19, rue des Cultes, à Bruxelles.
- 211 **Rabozée** H., Lieutenant du Génie, 18, rue du Conseil, à Ixelles.

- 212 **Ramlot**, E., Libraire-Éditeur, 17, rue Grétry, à Bruxelles.
- 213 **Regnier-Piedbœuf**, J. H. 34, boulevard Frère-Orban, à Liège.
- 214 ** **Reid**, Clément, F. G. S., Attaché au service géologique de la Grande Bretagne, 26, Jermyn-Street, London S. W.
- 215 * **Renard**, Alphonse. LL. D. Conservateur honoraire du Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles, Professeur à l'Université de Gand, à Wetteren, près Gand.
- 216 **Ricard**, Samuel, Licencié ès-sciences, 2, rue Évrard de Foulloy, à Amiens (Somme).
- 217 **Richald**, Joseph, Ingénieur des ponts et chaussées, 14, rue de Fer, à Namur.
- 218 **Richard**, Félix, Chimiste, 4, place du Musée, à Bruxelles.
- 219 **Rolland**, Émile, Industriel, 39, rue André Masquelier, à Mons.
- 220 **Rome**, Docteur T., 14, rue Vautier, à Ixelles.
- 221 ** **Rutot**, Aimé, Géologue, Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, 177, rue de la Loi, à Bruxelles.
- 222 **Schoor**, W. K. J., Docteur, à Meppel, Prov. Drenthe (Hollande).
- 223 * **Schreëvens**, Docteur en médecine, à Tournai.
- 224 **Schroeder van der Kolk**, Docteur J. L. C., Privat-Docent à l'Université de Leide, à Deventer.
- 225 **Sély-Longchamps** (Baron Edm. de), Sénateur, 34, boulevard de la Sauvenière, à Liège.
- 226 ** **Sély-Longchamps** (Walter de), Docteur en droit, à Halloy (Ciney).
- 227 * **Semet-Solvay**, Louis, Ingénieur, 217, chaussée de Vleurgat, à Ixelles, lez-Bruxelles.
- 228 * **Semper**, J. Otto, au Musée d'Histoire naturelle de Hambourg.
- 229 **Senzeilles** (Baron de), au Château de Clairfayt, par Anthée, et 59, rue de Namur, à Bruxelles.
- 230 **Seulen**, F., Ingénieur, Chef de section aux chemins de fer de l'État, à Bruxelles-Nord.
- 231 **Severyns**, G., Industriel, 197, rue des Palais, à Bruxelles.
- 232 **Smets**, G. (l'Abbé), Professeur au Collège Saint-Joseph, à Hasselt.
- 233 **Smith**, Alberto Ricardo, Dr, Ingénieur civil, 7, avenue Ouest, à Caracas (Venezuela).
- 234 * **Solvay**, Ernest, Industriel, rue des Champs-Élysées, 45, à Ixelles, lez-Bruxelles.
- 235 * **Sonveaux**, Nestor-Vincent, Ingénieur, Géomètre expert, 16, rue des Tonneliers, à Charleroi.
- 236 **Spyers**, Docteur A., 84, rue Bréderode, à Anvers.
- 237 **Squibin**, Henri, Ingénieur, 8, avenue des Arts, à Anvers.
- 238 **Stainier**, X., Professeur à l'Institut agricole, rue Pierquin, à Gembloux.
- 239 **Stefanescu**, Gregoriù, Professeur de géologie à l'Université, Directeur du Bureau géologique, 8, Strada Verde, à Bucharest.
- 240 **Steurs**, A., Président de la Compagnie intercommunale des eaux et Bourgmestre de Saint-Josse-ten-Noode.
- 241 * **Storms**, Raymond, membre de diverses sociétés savantes, au Château de Oirbeek, près Tirlemont.
- 242 **Stuer**, Alexandre, Directeur du Comptoir de géologie et de paléontologie, 40, rue des Mathurins, à Paris.

- 243 **Szajnocha**, Ladislas, Professeur à l'Université de Cracovie.
- 244 **Tackels**, Capitaine, 21, Square Marie-Louise, à Bruxelles.
- 245 **Tacquenier**, Alexandre, Adm^r dél. des Carrières Tacquenier, à Lessines.
- 246 **Tanaka**, Akamaro, Étudiant, 20, rue de l'Ascension, à Schaerbeek.
- 247 **Tedesco**, E., Chef d'État-major de la position de Liège, 17, rue Hulos, à Liège.
- 248 **Tempels**, P., Auditeur général de la Cour militaire, 2, avenue Louise, à Bruxelles.
- 249 **Terlinden**, Sénateur, 259, rue Royale, à Bruxelles.
- 250 * **Tiberghien**, Lucien, Docteur en médecine, secrétaire adjoint de la Société d'Anthropologie de Bruxelles, 15, rue des Cultes, à Bruxelles.
- 251 **Tihon**, Dr, à Theux.
- 252 **Tournai** (Administration Communale de la Ville de).
- 253 **Trabucco**, Giacomo, Professeur d'Histoire naturelle à l'Institut technique de Piacenza (Italie).
- 254 **Ukens**, J. Léon, Ingénieur, 121, rue du Trône, à Bruxelles.
- 255 **Urban**, Ad., Dr de la Comp. des Carrières de Quenast, 17, place de l'Industrie, à Bruxelles.
- 256 **Van Bellingen**, Constant, Ingénieur, 133, rue de la Source, à Bruxelles.
- 257 **Van Bogaert**, Clément, Ingénieur des chemins de fer de l'État, 85, rue du Vanneau, à Anvers.
- 258 **Van Calcker**, Dr F. J. P., Professeur à l'Université, à Groningue (Pays-Bas).
- 259 **Van Capelle**, Herman, Professeur de sciences naturelles à l'École supérieure et au Lycée de Sneek (Pays-Bas).
- 260 **Van Dam**, Ed., Étudiant, 138, avenue Louise, à Bruxelles.
- 261 **Van den Bossche**, Dr, avenue du Marteau, à Spa.
- 262 * **Van den Broeck**, Ernest, Géologue, Conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, 39, place de l'Industrie, à Bruxelles.
- 263 **Van den Steen de Jehay** (Comte F.), 13, rue de la Loi, à Bruxelles.
- 264 **Van der Bruggen**, Louis, Paléontologue, Membre de diverses sociétés savantes, 109, rue Belliard, à Bruxelles.
- 265 **Vander Kindere**, Léon, Professeur à l'Université libre de Bruxelles, à Uccle.
- 266 **Vandeveld**, Émile, Architecte-Entrepreneur, 18, rue de la Commune, à Bruxelles.
- 267 **Van Hoegaerden**, Ferd., 129, rue Stassart, à Ixelles.
- 268 **Van Hoegaerden**, Paul, Conseiller provincial, 7, boulevard d'Avroy, à Liège.
- 269 **Van Meurs**, Ingénieur en chef des Travaux de la Ville de Mons, rue des Groseilles, à Mons.
- 270 **Van Overloop**, Eugène, ancien Sénateur, 152, rue Royale, à Bruxelles.
- 271 * **Van Scherpenzeel-Thim**, Jules, Ingénieur en chef, Directeur général honoraire des mines, 34, rue Neysten, à Liège.
- 272 * **Vasseur**, Gaston, Dr ès-sciences, 110, boulevard Longchamps, à Marseille.
- 273 * **Vélain**, Charles, Maître de conférences à la Sorbonne, 9, rue Thénard, à Paris.
- 274 * **Verstraeten**, Théodore, Directeur-général de la Compagnie générale

pour l'éclairage et le chauffage au gaz, 28, rue Marie de Bourgogne, à Bruxelles.

- 275 **Venukoff**, Paul, Docteur, Privat-Docent de paléontologie à l'Université de St-Pétersbourg, au Musée géologique de l'Université, à St-Pétersbourg.
- 276 **Vogelaere**, P., Inspecteur principal aux chemins de fer de l'État, 13, rue Botanique, à Bruxelles.
- 277 **Walin**, Ed., Ingénieur des ponts et chaussées, 83, rue des Deux Tours, à Bruxelles.
- 278 **Wauters**, J. Chimiste de la Ville, 29, rue Mercelis, à Ixelles.
- 279 **Wichmann**, Arthur, Dr Phil., Professeur à l'Université, à Utrecht (Hollande).
- 280 **Wielemans-Ceuppens**, Industriel, 78, avenue du Midi, à Bruxelles.
- 281 **Wiener**, Sam, Avocat, Conseiller provincial du Brabant, 9, avenue de l'Astronomie, à Bruxelles.
- 282 **Willems**, J., Capitaine du Génie, 75, rue Potagère, à Saint-Josse-ten-Noode (Bruxelles).
- 283 * **Wittouck**, Paul, Industriel, 20, avenue de la Toison d'Or, à Bruxelles.
- 284 * **Zboinski**, Major d'artillerie en retraite, Ingénieur-conseil, 56, rue Lafayette, à Paris.
- 285 * **Zlatarski**, Georges, Géologue et Minéralogiste de la Principauté bulgare, à Sofia (Bulgarie).
- 286 **Zurcher**, Philippe, E. Frédéric, Ingénieur en chef des ponts et chaussées, 85, boulevard Sainte-Hélène, Mourillon, à Toulon (France).

Membres Associés Régnicoles.

- 1 **Anten**, Joseph, Ingénieur des ponts et chaussées, à Hasselt.
- 2 **Bastin**, Ch., Ingénieur aux chemins de fer de l'État, 32, rue du Pepin, à Namur.
- 3 **Bayet**, Alphonse, Etudiant, 33, Nouveau Marché-aux-Grains, à Bruxelles.
- 4 **Bommer**, Ch., Attaché au Jardin botanique de l'État, 19, rue des Petits-Carmes, à Bruxelles.
- 5 **Bosmans**, Jules, 3, place du Champ de Mars, à Ixelles (Bruxelles).
- 6 **Bougard**, Charles, Négociant en matières premières industrielles, 7, rue de la Rivière, à Bruxelles.
- 7 **Bruneel**, Frédéric, Ingénieur aux chemins de fer de l'État, Gare du Nord, à Bruxelles.
- 8 **Coomans**, L., Propriétaire, 3, rue des Brigittines, à Bruxelles.
- 9 **Dassesse**, Charles, Ingénieur aux chemins de fer de l'État, 87, rue Ducale, à Bruxelles.
- 10 **Daumers**, Th., Instituteur, 15, rue de la Bigorne, à Bruxelles.
- 11 **Dauphin**, G., Chef de bureau au Ministère des chemins de fer, etc., 44, rue Vonck, à Schaerbeek.
- 12 **De Bullemont**, Emm., 39, rue de l'Arbre bénit, à Bruxelles.
- 13 **Delville**, Édouard, Chimiste, rue de Monnel, à Tournai.
- 14 **Dufief**, J., Professeur honoraire de géographie à l'Athénée royal de Bruxelles, Secrétaire général de la Société Royale belge de géographie de Bruxelles, 116, rue de la Limite, à Saint-Josse-ten-Noode.

- 15 **Dufourny**, Ingénieur princ. des ponts et chaussées, 104, rue de la Limite, à Saint-Josse-ten-Noode.
- 16 **Flamache**, Armand, Ingénieur aux chemins de fer de l'État belge, Chargé de Cours à l'Université de Gand, 20, rue Stévin, à Bruxelles.
- 17 **Gobert**, Auguste, Ingénieur, 222, chaussée de Charleroi, à Saint-Gilles,
- 18 **Grange**, Camille, Chef de section aux chemins de fer de l'État, 17, rue de l'Esplanade, à Bruxelles.
- 19 **Hanrez**, Georges, Étudiant, 190, chaussée de Charleroi, à Bruxelles.
- 20 **Hauwaert**, M., Architecte, rue des Moulins, à Vilvorde.
- 21 **Hegenscheid**, Alfred, Instituteur à l'école moyenne B. de Bruxelles 30, rue Gauthier, à Molenbeek-Saint-Jean.
- 22 **Houzeau**, A., fils, à Hyon, près Mons.
- 23 **Lara** (Alfred de), Ingénieur civil, à Raisnes (Nord).
- 24 **Loë** (Baron Alfred de), Secrétaire de la Société d'Archéologie, rue de Londres, à Ixelles.
- 25 **Loppens**, Ingénieur honoraire des ponts et chaussées, à Neerpelt.
- 26 **Lucion**, René, Docteur en sciences, 76, rue Maes, à Ixelles.
- 27 **Malvaux**, Alfred, Héliographe, 43, rue de Launoy, à Molenbeek-St-Jean, lez-Bruxelles.
- 28 **Nizet**, Isidore, 43, rue de l'Orme, à Etterbeek.
- 29 **Noulet**, Édouard, Industriel, à Bracquengnies (Hainaut).
- 30 **Pavoux**, Eugène, Industriel, 14, rue de Launoy, à Bruxelles.
- 31 **Petit**, Julien, Peintre-Décorateur, 15, rue de Berlin, à Ixelles.
- 32 **Ryckx**, Jules, Ingénieur en chef, Directeur des ponts et chaussées, 150, chaussée de Charleroi, à Bruxelles; ou Deeweg, à Uccle.
- 33 **Schweisthal**, Richard, Traducteur à l'Agence Havas, 16, boulevard du Nord, à Bruxelles.
- 34 **Thomas**, Émile, Ingénieur, 13, rue Terre-Neuve, à Bruxelles.
- 35 **Titz**, Louis, Artiste-Peintre, place Fontainas, à Bruxelles.
- 36 **Van den Broeck**, Édouard, Propriétaire, 50, rue du Commerce, à Bruxelles.
- 37 **Van Drunen**, James, Ingénieur, 9, rue des Champs-Élysées, à Ixelles (Bruxelles).
- 38 **Van Lint**, Ingénieur civil, 115, rue Joseph II, à Bruxelles.
- 39 **Van Ysendyck**, Paul, Ingénieur, 109, rue Berckmans, à Saint-Gilles-lez-Bruxelles.
- 40 **Van Ysendyck**, Maurice, Architecte, Attaché à la Commission royale des monuments, 109, rue Berckmans, à Saint-Gilles-lez-Bruxelles.
- 41 **Van Ysendyck**, Jules, Architecte, Membre de la Commission royale des monuments, 109, rue Berckmans, à Saint-Gilles-lez-Bruxelles.
- 42 **Van Werveke**, A., Professeur à l'École moyenne de Gand, 48, boulevard d'Ekkerghem, à Gand.
- 43 **Zune**, A. Directeur du *Moniteur du Praticien*, à Bruxelles.

Membres décédés en 1894.

- E. **Albrecht, Paul**, 14, Harvestehuder Weg, Hambourg.
E. **Kuhnen, Albert**, 264, rue Rogier, à Bruxelles.
E. **Reisse, Ernest**, 93, rue de l'Arbre bénit, à Ixelles.
E. **Solvay, Alfred**, à Boitsfort.
H. **Topley, William**, 28, Jermyn-Street, London. S. W.
E. **Ubaghs, Casimir**, 16, rue des Tables, à Maestricht.

RÉCAPITULATION

Membre protecteur.	1
Membres honoraires	48
Membres associés étrangers	22
Membres effectifs	286
Membres associés régnicoles	43
Membres de la Société au 17 février 1895	400

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

par la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie

PENDANT L'ANNÉE 1894

DONS D'AUTEURS

(La pagination se rapporte aux Procès-Verbaux)

- | | |
|-------------------------------------|---|
| Agamennone (G.), 200. | Koenen (A. von), 193, 227. |
| Baratta (M.), 46, 216, 227. | Lambert (G.), 73. |
| Bertrand (C. Eg.), 46, 172, 193. | Lancaster (A.), 73. |
| Bertrand (M.), 199. | Lang (O.), 46. |
| Bittner (A.), 193. | Lechien (A.), 193. |
| Bleicher, 129, 193, 227. | Loewinson-Lessing (J.), 217. |
| Bonney, 227. | Lotti (B.), 166, 200. |
| Burtin (F.-X.), 193. | Matthew (G. F.), 171. |
| Carez (L.), 46. | Meunier (S.), 252. |
| Cayeux (L.), 199, 227. | Meyer (A.), 200. |
| Choffat (P.), 227. | Mieg (M.), 129, 171, 227. |
| Cornet (J.), 216, 251. | Mourlon (M.), 47. |
| Credner (H.), 171. | Newton (R. B.), 171, 227. |
| Cumont (G.), 46. | Nyssens-Hart (J.), 171. |
| Cuvellier (E.), 200. | Omboni (G.), 166. |
| de Dordot (H.), 227. | Parent (H.), 172, 228. |
| de Lapparent (A.), 227. | Prestwich (J.), 47, 193, 200, 217, 227. |
| d'Huart (E.), 251. | Putzeys (E.), 193. |
| Dollo (L.), 129, 172. | Renault (B.), 46, 193. |
| Dubois (E.), 252. | Renevier (E.), 47. |
| Dupont (E.), 217. | Rutot (A.), 200. |
| Favre (E.), 193. | Sacco (F.), 47, 193, 217. |
| Firket (A.), 216. | Sandberger (F. v.), 200. |
| Fisch (A.), 172. | Schardt (H.), 193. |
| Fliche, 129, 227. | Stalnier (X.), 172, 193, 228. |
| Fornasini (G.), 216. | Stapff (F. M.), 228. |
| Gosselet (J.), 216. | Traverso (S.), 217. |
| Harris (G. F.), 171, 227. | Ubaghs (C.), 166. |
| <i>Inst. cart. militaire</i> , 216. | Van Cappelle (H.), 228. |
| Issel (A.), 200, 217. | Van den Broeck (E.), 228. |
| Jone (J.), 171. | Walsh, 200. |
| Jones (T. R.), 166, 200. | Wichman (A.), 166. |
| Karrer (F.), 46. | Zune (A. J.), 129. |
| Kirby (J. W.), 166. | |

ÉCHANGES

EUROPE

ALLEMAGNE

Berlin. Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Zeitschrift, Band XXVIII (1893), Heft 5 et 6; Bd. XXIX (1894), Heft 1-5.

Verhandlungen, Bd. XX (1893), Heft 10; Bd. XXI (1894), Heft 1-10.

Bonn. Naturhistorischer Verein der Preuss. Rheinl. und Westph.

Verhandlungen, 50^e Jahrg. (1893), Heft 2.

Dresden. Naturwissenschaftliche Gesellschaft *Isis*.

Sitzungsberichte und Abhandlungen, Jahrg. 1893, Juli bis December, Jahrg. 1894, Januar bis Juni.

Erfurt. Königliche Akademie gemeinnütziger Wissenschaften.

Jahrbücher, Neue Folge, Heft XIX, XX.

Mecklenburg. Verein der Freunde der Naturgeschichte.

Archiv, 47 Jahrg. (1893), Heft 1, 2.

AUTRICHE-HONGRIE

Budapest. Kön. Ungarische Geologische Anstalt.

Mittheilungen, Band X, Heft 4, 5, 6.

— Ungarische Geologische Gesellschaft.

Földtani Közlemény, XXIII, Kötet (1893), 9-12, Füzet;

XXIV, — (1894), 1-10.

Cracovie. Académie des Sciences.

Bulletin international, 1893, nos 9 et 10; 1894, nos 1-10.

Rozprawy, Sér. II, t. VI.

Sprawozdany, t. XXVIII (1893).

Wien. K. K. Naturhistorisches Hofmuseum.

Annalen, Band VIII, Heft 3-4.

BELGIQUE

Anvers. Société royale de Géographie d'Anvers.

Bulletin, tome XVII, 5^e fasc. ; t. XVIII, 1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e fasc. ; t. XIX, 1^{er} et 2^e fasc.

Bruxelles. Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux Arts de Belgique.

Bulletin, 3^e sér., t. 26 (1893), nos 9-12 ; t. 27 (1894), nos 1-6 ; t. 28 (1894), nos 7 à 10.

Mémoires, t. LII ; *Mémoires Cour.*, in-4^o, t. LIII.

Annuaire, 60^e année, 1894.

— Annales des Travaux publics de Belgique.

Tome 41, cahiers nos 1, 2, 3 et 4.

— Association belge des Chimistes.

Bulletin, 7^e année (1893-94), nos 7-12 ; 8^e année (1894-95), nos 1-4.

Ciel et Terre.

14^e année (1893-94), nos 19-24 ; 15^e année (1894-95), nos 1-20.

— Commission Géologique belge

Carte géol. au 40,000, 1^{re} livraison, 23 feuilles.

— Observatoire royal de Belgique.

Bulletin quotidien.

Annuaire, 61^e année, 1894.

Résumé et Notes, 1892.

Annales, décembre 1892 à juillet 1893.

Bulletin mensuel, août 1893 à avril 1894.

— Société d'Archéologie de Bruxelles.

Annales, t. VII, livr. 1-4.

Annuaire, t. V (1894).

— Société royale belge de Géographie.

Bulletin, 17^e année (1893), n^o 6 ; 18^e année (1894), nos 1-5.

— Société royale de Médecine publique de Belgique.

Tablettes mensuelles, années 1885 à 1893, 1894 janvier à novembre.

Bulletin, t. XI, nos 3 et 4 ; t. XII, nos 1, 2 et 3, 1^{re} partie.

— Société belge de Microscopie.

Bulletin, 20^e année (1893-94), nos 1-10.

Annales, t. XVII, 2^e fasc. et t. XVIII, 1^{re} fasc.

— Société scientifique de Bruxelles.

Revue des questions scientifiques, 2^e série, t. V et VI, 1894.

- Huy.** Cercle des Naturalistes hutois.
Bulletin, 1893, n° 4; 1894, n°s 1-3.
- Liège.** Revue universelle des Mines, de la Métallurgie, etc.
 37^e année (1893), 3^e série, t. XXIV, n°s 2 et 3; 38^e année
 (1894), t. XXV à XXVII et t. XXVIII, n°s 1 et 2.
- Société géologique de Belgique.
Annales (Bulletin et Mémoires), t. XX, 2^e livr.; t. XXI,
 1^{re} livr.

FRANCE

- Abbeville.** Société d'Émulation.
Mémoires, 4^e série, t. II, 2^e partie.
Bulletin, 1892, n°s 2, 3 et 4.
- Bourg.** Société des Sciences naturelles de l'Ain.
Bulletin, n° 1, 1^{er} sem. 1894.
- Lille.** Société géologique du Nord.
Annales, t. XXI (1893), 4^e livr.; t. XXII (1894), 1^{re}, 2^e et
 3^e livr.
- Société normande d'Études préhistoriques.
Bulletin, t. I (1893).
- Nantes.** Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France.
Bulletin, t. I à III (1891 à 1893), t. IV (1894), n°s 1 et 2.
- Paris.** Carte géologique de la France (ministère des travaux
 publics).
Bulletin des services, t. V (1892-93), n°s 36 à 40.
- Feuille des Jeunes naturalistes.
 3^e série, 24^e année, n°s 278-282; 25^e année, n°s 283-290.
- Société géologique de France.
Comptes rendus des séances, 1893, n°s 16-18; 1894, n°s 1-18.
Bulletin, t. XX (1892), n°s 6, 7, 8; t. XXI (1893), n°s 1-5, 7;
 t. XXII, n°s 1-5.
- Société d'Hydrologie médicale.
Annales, t. 39, n°s 1 à 9.

GRANDE-BRETAGNE

- London.** Geological Society.
Quarterly Journal (Journal and Proceedings), vol. XLIX
 (1893), part. 3 et 4; vol. L (1894), part. 1, 2, 3, 4.

ITALIE

- Roma.** R. Comitato Geologico d'Italia.
Bollettino, anno 1893, vol. XXIV, n^{os} 3 et 4; 1894, vol. XXV, n^{os} 1, 2, 3.
 Carte géologique au 1/100.000^e
Feuilles n^{os} 236, 237, 238, 241, 242, 243 et une planche de coupes.
- R. Ufficio centrale di Meteorologia e di Geodinamica.
Bollettino, anno XVII (1895), n^{os} 1 à 365.

PORTUGAL

- Lisbonne.** Direction des travaux géologiques du Portugal.
 P. CHOFFAT. *Description de la faune jurassique du Portugal*. — *Classe des Céphalopodes*, 1^{re} série. *Ammonites du Lusitanien*, 1 vol. in-4^o, 1893.
 DE SAPORTA et P. CHOFFAT. *Nouvelles contributions à la Flore mésozoïque*, 1 vol. in-4^o, 1894.
- Revista de Sciencias Naturaes e Sociaes.
Volume terceiro, n^{os} 9-11; *Annaes* 1^o anno (1894), n^{os} 1, 2.

RUSSIE ET FINLANDE

- Saint-Pétersbourg.** Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg.
Bulletin, nouvelle série, t. XXXVI, n^{os} 1 et 2.
 5^e série, t. I, n^{os} 1 à 4 (septembre à décembre 1894).
Mémoires. 7^e série, t. XLII, n^o 3.
- Comité géologique de Saint-Pétersbourg.
Bulletin, t. XII (1893), n^{os} 3 à 7;
 Supplément du t. XII (S. Nikitin. Bibliothèque géologique de la Russie, 1892).
- Russisch-Kayserl. Mineralogische Gesellschaft.
Verhandlungen, Band XXX.
- Helsingfors.** Société de Géographie de Finlande.
Bulletin, n^{os} 9 et 10.

SUÈDE

- Stockholm.** Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens.
Bihang (Mémoires in-8^o), Band 18 et 19.

SUISSE

Lausanne. Société géologique Suisse.

Eclogæ geologicae Helvetiæ, vol. IV, nos 1 et 2.

AMÉRIQUE

Berkeley. University of California (Department of Geology).

Bulletin, vol. I, pp. 1-72.

Lima. Sociedad Geografica de Lima.

Boletin, Ano III, 4^e trim. ; Ano IV, 1^{er} trim.

Quito. Universidad Central del Ecuador.

Anales, Série IX, nos 62-65 ; Sér. X, nos 66-69.

Rochester. N. Y. Geological Society of America.

Bulletin, vol. 4.

Washington. United States Geological Survey.

Monographs, vol. XIX, XXI, XXII.

Annual Report, vol. XII (1890-91), Part. I et II ; vol. XIII (1891-92), Part. I, II, III.

Bulletin, nos 97 à 117.

Mineral Resources, 1892, 1893.

— U. S. Department of Agriculture (Ornithology and Mammalogy). *Bulletin*, n° 4.

— Smithsonian Institution.

Annual Report, 1891, 1892.

AUSTRALIE

Sydney. Geological Survey of New South Wales (Department of Mines and Agriculture).

Records, vol. III (1893), part. IV ; vol. IV (1894), part. I, II.

Memoirs (Geology), n° 5.

Annual Report, 1893.

— Australian Museum.

Report of Trustees for the Year 1892 and 1893.

DÉSIGNATION DES FOSSILES NOUVEAUX

décrits ou figurés dans le présent volume

NOMS DES ESPÈCES NOUVELLES	Auteurs.	Age du gisement.	Mention.	Description.	Figures.
<i>Spiraxis interstitialis</i>	X. Stainier	Devonien	Pr.-V., p. 52	Mém., p. 23	Mém., p. 24
<i>Filicavea Degrossouvrei</i>	E. Pergens	Sénonien		Proc.-Verb., p. 135	
<i>Entalophora pustulosa</i> , var. <i>recta</i>	"	"		— p. 181	
<i>Amylodon Delheidi</i>	R. Storms	Rupélien		Mém., p. 71	Pl. VI, fig. 11 et 12
<i>Galeocerdo acutus</i>	"	"		— p. 81	Pl. VI, fig. 18.

TABLE DES PLANCHES

—
PLANCHE I

X. Stainier. Carte du bassin houiller d'Andenne.

PLANCHE II

X. Stainier. Coupes du bassin houiller d'Andenne.

PLANCHE III

X. Stainier. Tableau de la synonymie des couches du bassin houiller d'Andenne.

PLANCHE IV

H. Pohlig. Crâne du *Cervus* (*Euryceros*) *Hiberniæ*, *Owen*.

PLANCHE V

X. Stainier. Tableau de la composition de la partie inférieure du Houiller dans le bassin de la Basse-Sambre.

PLANCHE VI

R. Storm. Dents et vertèbres de poissons du terrain rupélien.

PLANCHE VII

X. Stainier. Carte des dépôts caillouteux formés par la Meuse depuis le Tertiaire.

PLANCHE VIII

C. Blanchart. Répartition des puits de mine de la concession de Forte-taille, dans la région de Montignies-le-Tilleul.

PLANCHE IX

X. Stainier. Plissements. — Clivage Schisteux.

TABLE DES MATIÈRES

DES

COMMUNICATIONS SCIENTIFIQUES

DISPOSÉES SYSTÉMATIQUEMENT

ET PAR ORDRE DE CHRONOLOGIE GÉOLOGIQUE (1)

Trad.
et
Pr.-V. Mém. Reprod.
PAG. PAG. PAG.

Phénomènes géologiques.

* J. Prestwich. Sur les preuves d'une submersion de l'Europe occidentale et des côtes de la Méditerranée à la fin de la Période Glaciaire, et ayant précédé immédiatement la Période néolithique ou récente (<i>Analyse par R. Storms</i>).	54	
* C. Klement. Sur la formation de la dolomie.	219	
L. Dollo. Les grandes Époques de l'Histoire de la Terre	230	
A. de Lapparent. Causes de l'extension des glaciers dans les temps anciens (<i>Reproduction</i>).	234	
A. Klossovsky. Les ouragans de poussière dans la Russie méridionale (<i>Reproduction</i>).	237	
W. Upham. La durée des temps géologiques		11
M. Bertrand. Les lignes directrices de la géologie de la France		23
* X. Stainier. Le cours de la Meuse depuis l'ère tertiaire (pl. VII).	130	83

Phénomènes et terrains éruptifs. Lithologie.

Ch. Janet. Transformation artificielle en gypse du Calcaire friable des fossiles des sables de Bracheux (<i>Reproduction</i>)	170
C. Klement. Sur la formation de la dolomie	219
X. Stainier. Note sur le gisement des diamants de Fleurus	262

Géologie et recherches régionales.

* A. Rutot. Résultats d'observations géologiques le long du littoral.	53
* A. Rutot. Deuxième note sur la géologie du littoral belge	194
* A. Rutot. Observations le long du littoral belge	201

(1) Les communications qui se trouvent indiquées dans deux ou plusieurs des subdivisions de la classification ci-dessus sont désignées par un astérisque en marge de la désignation du titre.

Trad.
et
Pr.-V. Mém. Reprod.
PAG. PAG. PAG.

* A. Rutot. Essai de détermination de l'âge des couches modernes du littoral belge	
* X. Stainier Étude sur le bassin houiller d'Andenne (pl. I, II, III).	3
* A. Rutot. Aperçu sur la géologie de la Côte belge	29
* V. Dormal. Compte rendu de l'Excursion de la Société dans les terrains jurassique et triasique des environs d'Arlon et de Florenville	102
* X. Stainier. Compte rendu de l'Excursion de la Société dans la vallée de l'Orneau (pl. IX)	195

Géologie des terrains primaires.

* L'influence des Calcaires au point de vue des venues d'eau dans les charbonnages. MM. Dupont, Walin et Delecourt-Wincqz exposent leurs vues à ce sujet.	167
Les Calcaires belges et leur mode d'exploitation. MM. Dupont et Delecourt-Wincqz résument les moyens employés dans diverses carrières du pays	168
* C. Blanchart. Note sur la présence de l'eau dans les Calcaires (pl. VIII)	172 130
* X. Stainier. Découverte de la faune de l'Assise d'Etrœungt à Mont-sur-Marchiennes	176
X. Stainier. De la Composition de la partie inférieure du Houiller de la Basse-Sambre (pl. V)	194 55
X. Stainier. Sur la terminaison orientale de la crête silurienne du Condroz	231
* Ch. François. Lettre sur le régime hydrologique et les puits du Calcaire	247
* X. Stainier. Étude sur le bassin houiller d'Andenne (pl. I, II, III).	3
* X. Stainier. Compte rendu de l'Excursion de la Société dans la vallée de l'Orneau (pl. IX).	195

Paléontologie des terrains primaires.

X. Stainier. Un Spiraxis nouveau du Devonien de la Belgique	52
* X. Stainier. Découverte de la faune de l'Assise d'Etrœungt à Mont-sur-Marchiennes	176

Géologie des terrains secondaires.

* A. Lechien. Sur la découverte d'un Ichthyosaure de grande taille à Arlon	76
X. Stainier. Extension du massif crétacé de Lonzée	173
* V. Dormal. Compte rendu de l'Excursion de la Société dans les terrains jurassique et triasique des environs d'Arlon et de Florenville	102

- * A. Rutot. Essai de synchronisme des couches maastrichtienne et sénonienne de Belgique, du Limbourg hollandais et des environs d'Aix-la-Chapelle 145
- * A. Rutot. Sur les couches rencontrées lors de l'approfondissement du puits de l'Hôtel des chemins de fer à Bruxelles, entre les profondeurs de 124^m.40 et 139^m.40 256

Paléontologie des terrains secondaires.

- L. Dollo. L'Ichthyosaure d'Arlon 75
- * A. Lechien. Sur la découverte d'un Ichthyosaure de grande taille à Arlon 76
- E. Pergens. Les Bryozaires du Sénonien de la Carrière de l'Arche de Lèves, près Chartres 131
- * Hennig. Bryozaires du système crétacé de la Suède. Cyclostomata (*Bibliographie*) 169
- E. Pergens. Bryozaires du Sénonien de la carrière de Cachemback, près Chartres 181
- Ch. Bommer. Considérations sur la valeur des documents paléophytologiques, à propos du gisement wealdien de Bracquenies (*Résumé*) 228
- * V. Dormal. Compte rendu de l'Excursion de la Société dans les terrains jurassique et triasique des environs d'Arlon et de Florenville 102
- * A. Rutot. Essai de synchronisme des couches maastrichtienne et sénonienne de Belgique, du Limbourg hollandais et des environs d'Aix-la-Chapelle 145

Géologie des terrains tertiaires.

- A. Rutot. Sur l'échelle stratigraphique du Landenien 53
- * X. Stainier. Le Cours de la Meuse depuis l'ère tertiaire (pl. VII). 130 83

Paléontologie des terrains tertiaires.

- R. Storms. Troisième note sur les poissons du terrain rupelien (pl. VI) 67
- R. Storms. Quatrième note sur les poissons du terrain rupelien 260

Géologie des terrains quaternaires et modernes.

- * A. Rutot. Résultats d'observations géologiques le long du littoral. 53
- * X. Stainier. Le Cours de la Meuse depuis l'ère tertiaire (pl. VII). 130 83
- A. J. Bourdariat. Notes sur les alluvions aurifères de Grenade (Espagne). 180 46

		Trad. et Pr.-V. Mém. Reprod.
	PAG.	PAG. PAG.
* A. Rutot. Deuxième note sur la géologie du littoral belge	194	
* A. Rutot. Observations le long du littoral belge	201	
* A. Rutot. Essai de détermination de l'âge des couches modernes du littoral belge	229	
* A. Rutot. Aperçu sur la géologie de la Côte belge	29	
A. Rutot. La Question des limons quaternaires		3
A. Briart. Note sur la Période hesbayenne		3
A. Briart. Dépôts et chronologie de la Période hesbayenne		6
A. Briart. Note sur les divergences de vues dans la distinction des limons quaternaires		7

Paléontologie des terrains quaternaires et modernes.

H. Pohlig. Sur un important exemplaire du Cervus (Euryceros) Hiberniæ, Owen (pl. IV)	40
---	----

Hydrologie.

E. Putzeys. Les sources des vallées de l'Ourthe, du Hoyoux et du Bocq	6
A. Rutot. Compte rendu de la course faite le 21 janvier dans la vallée du Bocq	43
Walin, Dupont et François. Observations au sujet des tranchées de recherche hydrologique effectuées par M. Walin, à Reuleaux	45
Walin. Étude sur le régime hydrologique, sur l'importance et la nature des eaux dans les terrains calcaires du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse	90
* F. Andreas Meyer. Das Wasserwerk des freien und Hansestadt Hamburg unter besonderer Berücksichtigung der in den Jahren 1891-93 ausgeführten Filtrationsanlagen. (<i>Biblio- graphie, par A. Kemna</i>)	121
Th. Verstraten. Examen hydrologique des bassins du Hoyoux et du Bocq	141
Kemna, Dupont, Putzeys, François, Delcourt-Wincqz, Walin, Blanchart et Cordeweener. Discussion au sujet de la com- munication précédente	165
* L'influence des Calcaires au point de vue des venues d'eau dans les charbonnages. MM. Dupont, Walin et Delecourt-Wincqz exposent leurs vues à ce sujet.	167
* C. Blanchart. Note sur la présence de l'eau dans les Calcaires (Pl. VIII)	172 130
E. Dupont. La circulation souterraine des eaux à Rochefort et à Han (<i>Résumé</i>). Voir le travail. T VII (1893). Mémoires.	173

		Trad. et Pr.-V. Mém. Reprod.
	PAG.	PAG. PAG.
X. Stalnier. Les Calcaires sont-ils aquifères en profondeur ?	178	
La purification spontanée des eaux des fleuves (<i>Reproduction</i>)	185	
E. Dupont. État des travaux de découverte de la Perte de l'Eau- Noire	194	
* L'eau dans l'industrie ; purification, filtration, stérilisation, par P. Guichard (<i>Bibliographie</i>)	195	
* Micro-organisms in Water by Percy Frankland and Mrs Percy Frankland (<i>Analyse par Ad. Kemna</i>)	201	
* Les eaux d'alimentation — Épuration filtration, stérilisation, par le Dr Edm. Guinochet (<i>Analyse par Ad. Kemna</i>)	209	
E. Vanden Broeck. Quelques mots au sujet de la différence d'étén- due des bassins hydrographiques souterrain et superficiel alimentant les sources de la vallée du Hoyoux	241 et 246	
Th. Verstraeten. Réponse aux observations de M. Van den Broeck	245	
T. Rome. De l'hydrographie souterraine dans les terrains cal- caires (<i>Présentation du travail</i>)	247	
* Ch. François. Lettre sur le régime hydrologique et les puits du Calcaire	247	

Forages et puits artésiens.

Ch. Lahaye. Le forage artésien de l'Hôtel des chemins de fer, à Bruxelles	252
* A. Rutot. Sur les couches rencontrées lors de l'approfondisse- ment du puits de l'Hôtel des chemins de fer, à Bruxelles, entre les profondeurs de 124 ^m ,40 et 139 ^m ,40	256

Géologie appliquée à l'Agriculture.

Carte agronomique du canton de la Ferté-sous-Jouarre. — Nou- veaux procédés de notations graphiques (<i>Reproduction</i>)	188
--	-----

Varia.

Présentation d'une épreuve de la carte pluviométrique	5
L. Dollo. P. J. Van Beneden	49
L. Dollo. L'origine du Chameau	49
L. Dollo. Un insecte géant	76
L. Dollo. Qu'est-ce qu'une Éponge ?	131
L. Dollo. Qu'est-ce qu'un Crinoïde ?	167
L. Dollo. Encore la discontinuité de l'évolution	194
L. Dollo. Les Céphalopodes fossiles	201
L. Dollo. L'origine de la Sole	224
Carte géologique internationale de l'Europe	225
L. Dollo. Thons et Maquereaux vivants et fossiles	260

Bibliographie.

- * **R. Storms.** Sur les preuves d'une submersion de l'Europe occidentale et des côtes de la Méditerranée à la fin de la Période Glaciaire, et ayant précédé immédiatement la Période néolithique ou récente, par le *Prof. Prestwich* 54
 - * **Ad. Kemna.** Das Wasserwerk des freien und Hansestadt Hamburg unter besonderer Berücksichtigung der in den Jahren 1891-93 ausgeführten Filtrationsanlagen von *F. Andreas Meyer* . . 121
 - * Bryozoaires du système crétacé de la Suède. Cyclostomata par *Hennig* 169
 - * Bibliographie générale des gisements de phosphates de chaux par *X. Stainier*. 190
 - * L'eau dans l'industrie ; purification, filtration, stérilisation par *P. Guichard* 195
 - * **Ad. Kemna.** Micro-organisms in Water by *Percy Frankland* and *Mrs Percy Frankland* 201
 - * **Ad. Kemna.** Les eaux d'alimentation — Épuration, filtration, stérilisation, par le *D^r Em. Guinochet* 209
-

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME VIII (1894)

DU BULLETIN

DE LA SOCIÉTÉ BELGE DE GÉOLOGIE

DE PALÉONTOLOGIE ET D'HYDROLOGIE

PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

Séance de science appliquée du 23 janvier 1894.

Question du local	p.	4
Présentation d'une épreuve de la carte pluviométrique. . .	p.	5
E. PUTZEYS. Les sources des vallées de l'Ourthe, du Hoyoux et du Bocq	p.	6
A. RUTOT. Compte rendu de la course faite le 21 janvier dans la vallée du Bocq	p.	43
WALIN, DUPONT et FRANÇOIS. Observations au sujet des tranchées de recherche hydrologique effectuées, par M. Walin, à Reuleaux	p.	45

Séance mensuelle du 30 janvier 1894.

M. LE PRÉSIDENT annonce les distinctions obtenues par MM. Gosselet, Dupont, Dollo, Bommer, Tedesco et Willems et la mort de M. Alfred Solvay	p.	48
L. DOLLO. P. J. Van Beneden	p.	49
L. DOLLO. L'origine du Chameau	p.	49
X. STAINIER. Un Spiraxis nouveau du Devonien de la Belgique	p.	52
A. RUTOT. Résultats d'observations géologiques le long du littoral	p.	53
A. RUTOT. Sur l'échelle stratigraphique du Landenien . .	p.	53

Bibliographie.

- R. STORMS. Sur les preuves d'une submersion de l'Europe occidentale et des côtes de la Méditerranée à la fin de la Période Glaciaire, et ayant précédé immédiatement la Période néolithique ou récente, par le *Prof. Prestwich* p. 54

Séance mensuelle du 27 février 1894.

- Question du local p. 74
- L. DOLLO. Signale l'apparition du livre de M. Pelseneer :
Introduction à l'étude des mollusques p. 74
- L. DOLLO. L'Ichthyosaure d'Arlon p. 75
- L. DOLLO. Un Insecte géant p. 76
- A. LECHIEN. Sur la découverte d'un Ichthyosaure de grande taille à Arlon p. 76

Nouvelles et informations diverses.

- Congrès géologique international, Session de Zurich* p. 83

Séance de science appliquée du 6 mars 1894.

- WALIN. Étude sur le régime hydrologique, sur l'importance et la nature des eaux dans les terrains calcaires du Condroz et de l'Entre-Sambre-et-Meuse p. 90

Bibliographie

- AD. KEMNA. Das Wasserwerk des freien und Hansestadt Hamburg unter besonderer Berücksichtigung der in den Jahren 1891-93 ausgeführten Filtrationsanlagen von *F. Andreas Meyer* p. 121

Séance mensuelle du 27 mars 1894.

- Conditions spéciales** décidées pour l'admission des membres de la *Société géologique du Luxembourg* p. 130
- X. STAINIER. Sur les changements du cours de la Meuse pendant et depuis l'époque quaternaire (*Résumé*) p. 130

- L. DOLLO. Qu'est-ce-qu'une Éponge ? (*Communication orale*) p. 131
- E. PERGENS. Les Bryozoaires du Sénonien de la Carrière de l'Arche de Lèves, près Chartres. p. 131

Séance de science appliquée du 17 avril 1894.

- TH. VERSTRATEN. Examen hydrologique des bassins du Hoyoux et du Bocq p. 141
- KEMNA, DUPONT, PUTZEYS, FRANÇOIS, DELECOURT-WINCQZ, WALIN, BLANCHART et CORDEWEENER. Discussion au sujet de la communication précédente p. 165

Séance mensuelle du 24 avril 1894.

- L. DOLLO. Qu'est-ce qu'un Crinoïde ! (*Communication orale*) p. 167
- L'influence des Calcaires au point de vue des venues d'eau dans les charbonnages. MM. DUPONT, WALIN et DELECOURT-WINCQZ exposent leurs vues à ce sujet p. 167
- Les Calcaires belges et leur mode d'exploitation. — MM. DUPONT et DELECOURT-WINCQZ résument les moyens employés dans diverses carrières du pays p. 168

Bibliographie.

- Bryozoaires** du système crétacé de la Suède. Cyclostomata par *Hennig*. p. 169

Nouvelles et informations diverses.

- Transformation artificielle en gypse du Calcaire friable des fossiles des sables de Bracheux par *Ch. Janet* p. 170

Séance mensuelle du 29 mai 1894.

- BLANCHART. La présence des Calcaires au point de vue des venues d'eau dans les charbonnages (*Résumé*) p. 172
- E. DUPONT. La circulation souterraine des eaux à Rochefort et à Han (*Résumé*) p. 173

X. STAINIER. Extension du massif crétacé de Lonzée . . .	pl 173
X. STAINIER. Découverte de la faune de l'Assise d'Etrœungt à Mont-sur-Marchiennes	p. 176
X. STAINIER. Les Calcaires sont-ils aquifères en profondeur?	p. 178
A. J. BOURDARIAT. Notes sur les alluvions aurifères de Grenade (Espagne) (<i>Mémoire</i>)	p. 180
E. PERGENS. Bryozoaires du Sénonien de la carrière de Cachemback, près Chartres	p. 181

Annexe.

Questionnaire adressé aux géologues par la Société géolo- gique italienne	p. 184
--	--------

Nouvelles et informations diverses.

La purification spontanée des eaux des fleuves	p. 185
Carte agronomique du canton de la Ferté-sous-Jouarre. — Nouveaux procédés de notations graphiques	p. 188

Bibliographie.

Bibliographie générale des gisements de phosphates de chaux par X. STAINIER	p. 190
--	--------

Séance mensuelle du 26 juin 1894.

L. DOLLO. Encore la discontinuité de l'évolution	p. 194
E. DUPONT. État des travaux de découverte de la Perte de l'Eau-Noire. (<i>Communication orale</i>)	p. 194
X. STAINIER. Composition de la partie inférieure du Houiller de la Basse-Sambre (<i>Mémoire</i>)	p. 194
A. RUTOT. Deuxième note sur la géologie du littoral belge (<i>Résumé</i>)	p. 194

Bibliographie.

L'eau dans l'industrie; purification, filtration, stérilisation, par P. Guichard	p. 195
---	--------

Séance mensuelle du 31 juillet 1894.

L. DOLLO. Les Céphalopodes fossiles (<i>Résumé oral</i>)	p. 201
A. RUTOT. Observations le long du littoral belge	p. 201

R. STORMS. Troisième note sur les poissons du terrain rupelien (<i>Mémoire</i>)	p. 201
ED. PERGENS. Bryozoaires des Marnes de Buda	p. 201

Bibliographie.

AD. KEMNA. Micro-organisms in Water by <i>Percy Frankland and Mrs Percy Frankland</i>	p. 201
AD. KEMNA. Les eaux d'alimentation — Épuration, filtration, stérilisation, par le Dr <i>Edm. Guinochet</i>	p. 209

Séance mensuelle du 30 octobre 1894.

M. LE SECRÉTAIRE signale à l'attention des membres le 1 ^{er} fasc. de la Carte géologique au 40.000 ^e	p. 217
Distribution d'eau de la ville de Beaumont	p. 219
C. KLEMENT. Sur la formation de la dolomie (<i>Communication préliminaire</i>)	p. 219
L. DOLLO. L'origine de la Sole	p. 224

Annexe.

Carte géologique internationale de l'Europe (<i>Extrait de la circulaire</i>)	p. 225
---	--------

Séance mensuelle du 27 novembre 1894.

CH. BOMMER. Considérations sur la valeur des documents paléophytologiques, à propos du gisement wealdien de Braquegnies (<i>Résumé</i>)	p. 228
A. RUTOT. Essai de détermination de l'âge des couches modernes du littoral belge	p. 229
L. DOLLO. Les grandes Époques de l'Histoire de la Terre	p. 230
X. STAINIER. Sur la terminaison orientale de la crête silu- rienne du Condroz	p. 231

Nouvelles et informations diverses.

Causes de l'extension des glaciers dans les temps anciens, par <i>A. de Lapparent</i>	p. 234
Les ouragans de poussière dans la Russie méridionale, d'après <i>A. Klossovsky</i>	p. 237

Séance de science appliquée du 11 décembre 1894.

E. VAN DEN BROECK. Quelques mots au sujet de la différence d'étendue des bassins hydrographiques souterrain et superficiel alimentant les sources du Hoyoux	p. 241
TH. VERSTRAETEN. Réponse aux observations de M. Van den Broeck	p. 245
Discussion au sujet de la communication précédente . . .	p. 247
T. ROME. De l'hydrographie souterraine dans les terrains calcaires (<i>Présentation du mémoire</i>)	p. 247
Discussion au sujet de cette communication et renvoi à la Commission des publications	p. 247
CH. FRANÇOIS. Lettre sur le régime hydrologique et les puits du Calcaire	p. 247

Séance supplémentaire de géologie du 18 décembre 1894.

CH. LAHAYE. Le forage artésien de l'Hôtel des chemins de fer, à Bruxelles	p. 252
A. RUTOT. Sur les couches rencontrées lors de l'approfondissement du puits de l'Hôtel des chemins de fer, à Bruxelles, entre les profondeurs de 124 ^m . 40 et 139 ^m . 40	p. 256
L. DOLLO. Thons et Maquereaux vivants et fossiles . . .	p. 260
R. STORMS. Quatrième note sur les Poissons de l'argile rupelienne	p. 260
X. STAINIER. Note sur le gisement des diamants de Fleurus	p. 262

Assemblée générale annuelle du 18 décembre 1895.

M. LE PRÉSIDENT. Rapport pour l'année 1894	p. 268
Approbations des comptes de l'année 1894 et rapport du Trésorier	p. 276
Budget de 1895	p. 279
Fonds spécial de la Carte pluviométrique	p. 279
Fixation du chiffre de la rétribution et du prix de vente et d'abonnement des publications	p. 280
Fixation des jours et heures des séances	p. 280
Session extraordinaire de 1895 et programme des excursions de l'année	p. 281
Élections	p. 281
Composition du Bureau et du Conseil pour l'année 1895 . .	p. 283

MÉMOIRES

X. STAINIER. Étude sur le bassin houiller d'Andenne (pl. I, II, III)	p. 3
X. STAINIER. Un <i>Spiraxis</i> nouveau du Devonien belge	p. 23
A. RUTOT. Aperçu sur la géologie de la Côte belge	p. 29
H. POHLIG. Sur un important exemplaire du <i>Cervus</i> (<i>Euryceros</i>) <i>Hiberniæ</i> , Owen (pl. IV)	p. 40
A. J. BOURDARIAT. Notes sur les alluvions aurifères de Grenade (Espagne)	p. 46
X. STAINIER. De la composition de la partie inférieure du Houiller de la Basse-Sambre (pl. V)	p. 55
R. STORMS. Troisième note sur les poissons du terrain rupélien (pl. VI)	p. 67
X. STAINIER. Le Cours de la Meuse depuis l'ère tertiaire (pl. VII)	p. 83
V. DORMAL. Compte rendu de l'Excursion de la Société dans les terrains jurassique et triasique des environs d'Arlon et de Florenville	p. 102
C. BLANCHART. Note sur la présence de l'eau dans les Calcaires (pl. VIII)	p. 130
A. RUTOT. Essai de Synchronisme des couches Maastrichtiennes et Sénoniennes de Belgique, du Limbourg hollandais et des environs d'Aix-la-Chapelle	p. 145
X. STAINIER. Compte rendu de l'excursion de la Société dans la vallée de l'Orneau (pl. IX)	p. 195

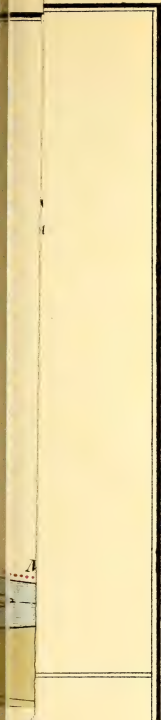
TRADUCTIONS ET REPRODUCTIONS

La Question des limons quaternaires	p. 3
A. BRIART. Note sur la Période hesbayenne	p. 3
A. BRIART. Dépôts et chronologie de la Période hesbayenne	p. 6
A. BRIART. Note sur les divergences de vues dans la distinction des limons quaternaires	p. 7
W. UPHAM. La durée des temps géologiques	p. 11
M. BERTRAND. Les lignes directrices de la géologie de la France	p. 23

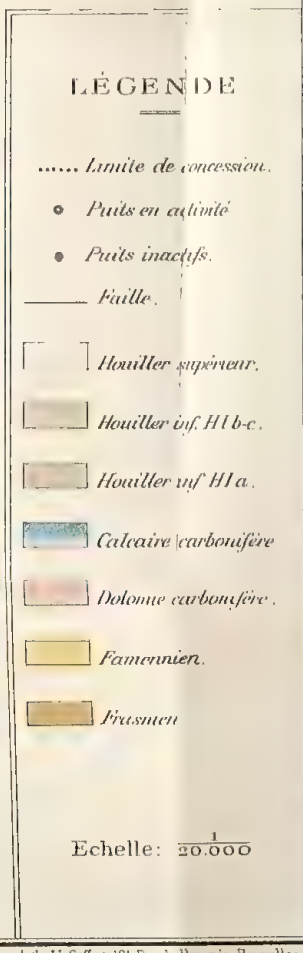
TABLES, INDEX ET LISTES.

Liste générale des Membres de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie.	p. I
Bibliothèque de la Société (Dons et envois reçus.— Échanges).	p. xvi
Désignation des fossiles nouveaux , décrits ou figurés dans le présent volume	p. xxii
Table des planches	p. xxiii
Table des matières des communications scientifiques , disposées par ordre de chronologie géologique	p. xxiv
Table générale des matières contenues dans le Tome VIII (1864) du Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie	p. xxx

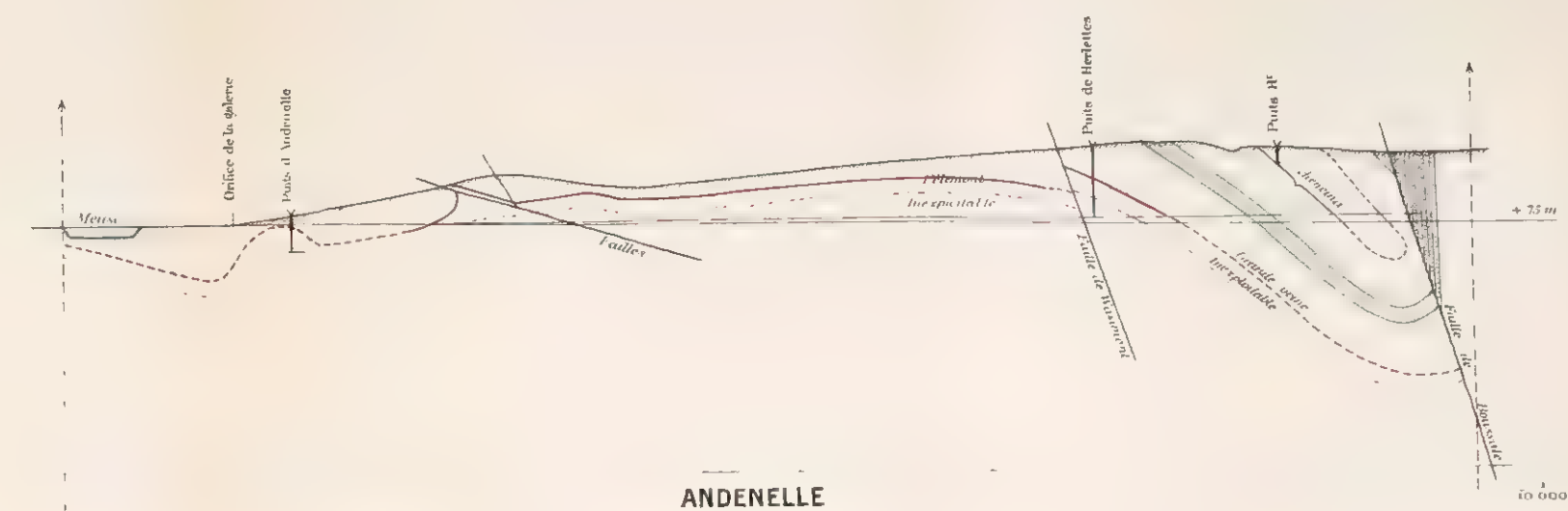




BASSIN HOUILLER D'ANDENNE



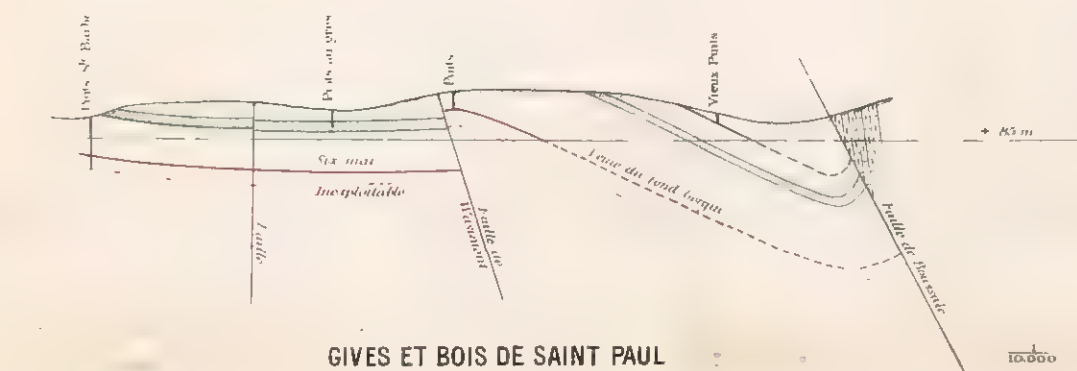
de Herlettes



Coupe N°1

ANDENELLE

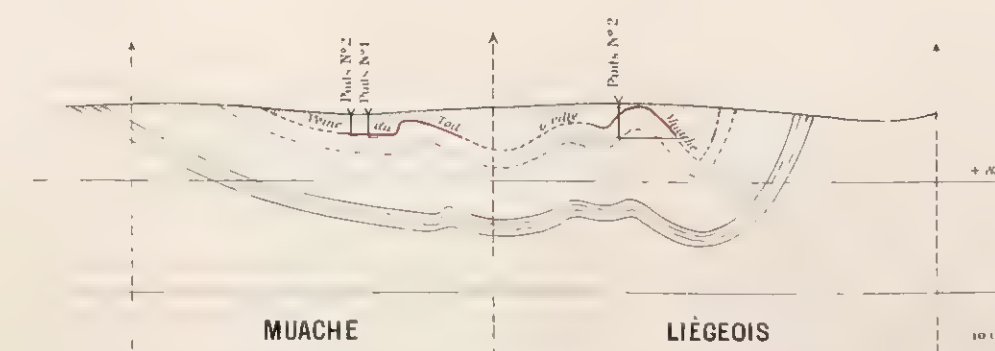
Coupe N° 3



Coupe N° 4

GIVES ET BOIS DE SAINT PAUL

Coupe N^o 2.



Coupe N° 5

MUACHE

LIÉGEOIS

Coupe N° 6

LÉGENDE

-  *Poudingue houiller H1.*
 *Houiller inférieur H1a.*
 *Calcaire carbonifère*
 *Fuménien*
 *Calcaire frasnien*
 *Sable oligocène*

Les trois veines représentées dans les coupes sont les mêmes que celles qui sont figurées sur la carte et portent les mêmes couleurs.

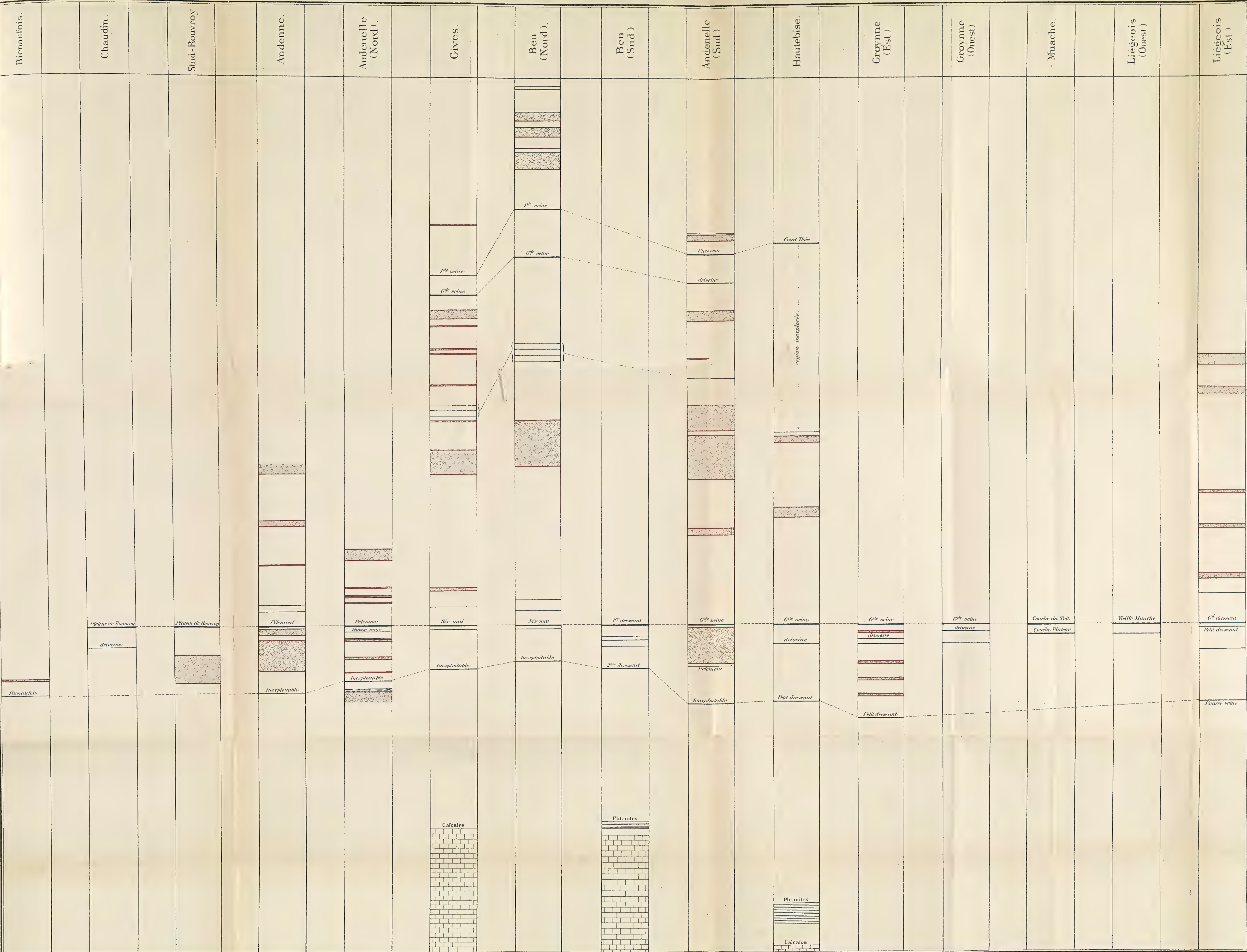
Comme sur la carte, les parties de veine figurées en traits continus représentent les parties reconnues par l'exploration. Les parties figurées en traits interrompus sont les raccords hypothétiques.

Echelle $\frac{1}{10\ 000}$

(Echelle: $\frac{1}{1000}$)

--	--	--

--



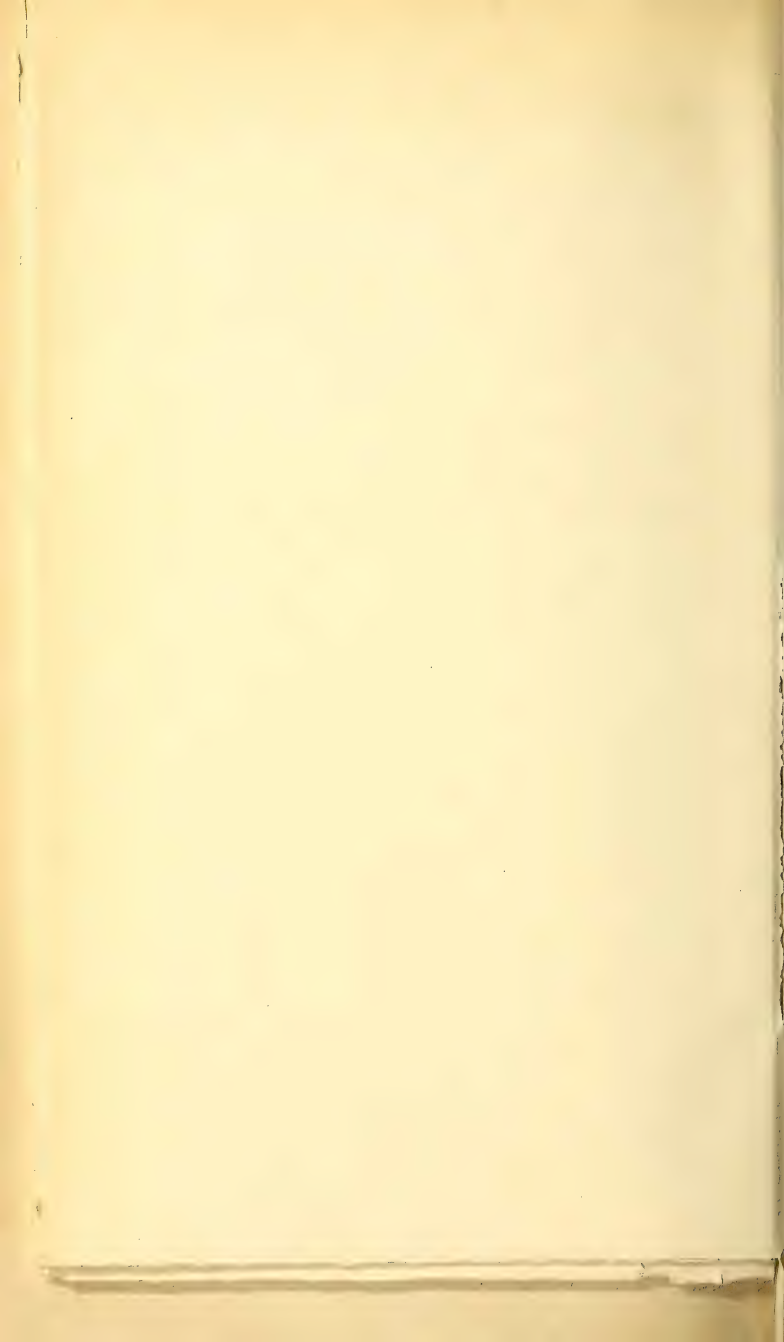


PLANCHE IV.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

Cervus (Euryceros) Hiberniae OWEN.

Crâne damiforme, provenant de Dublin (Collections du Docteur KRANTZ à Bonn).

FIG. 1. — Vue de face. Ech. $1/20$.

FIG. 2. — Vue de dessous. Ech. $1/20$.

FIG. 3. — Vue de profil. Ech. $1/15$.

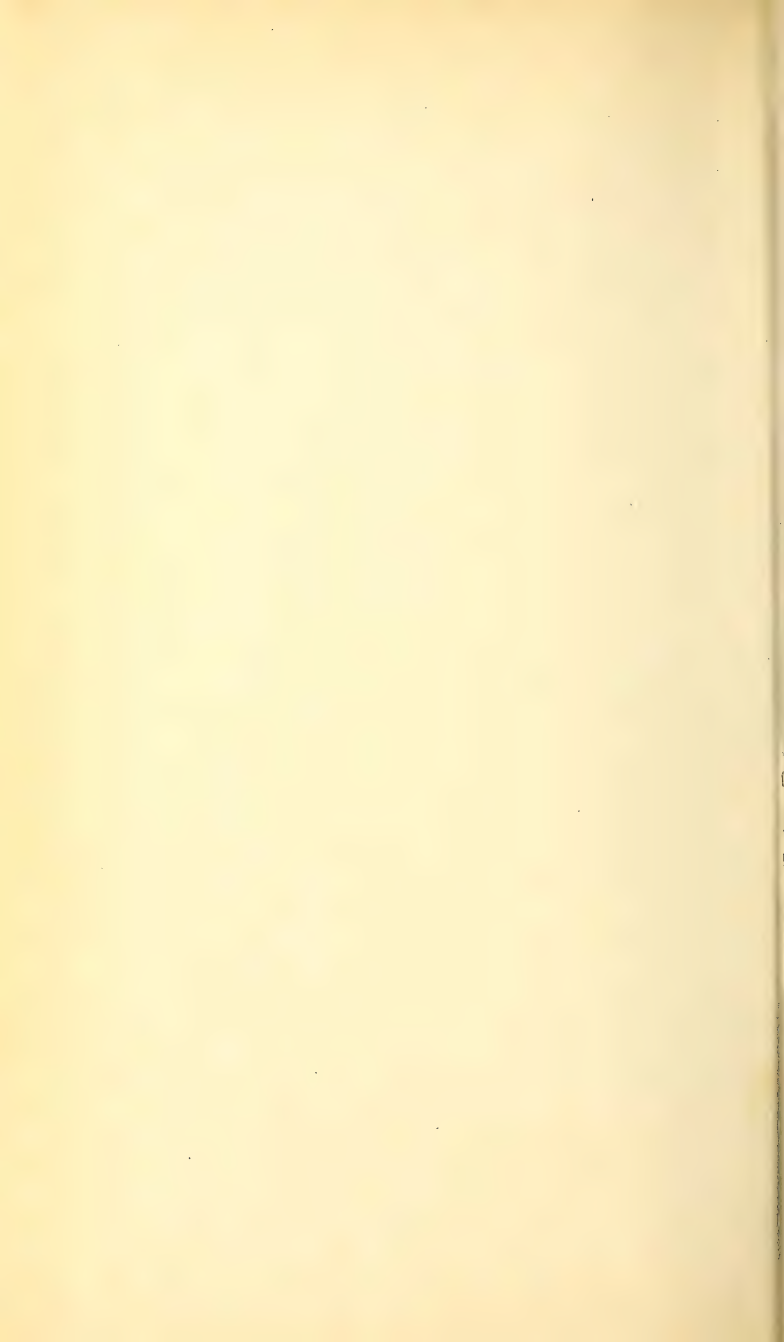
Les chiffres 1 à 6 et 1' à 6' indiquent les chevilles principales ; les chiffres 7 à 14 et 7' à 13' indiquent les chevilles accessoires qui rapprochent le spécimen du Daim vrai.



Lib. G. Seurenm. Bruxelles

H. Pohlig fecit

CRÂNE DU CERVUS (EURYCEROS) HIBERNIÆ, OWEN
VU DE FACE, DE DESSOUS ET DE PROFIL.



N° 7

S^t Martin (Parves).

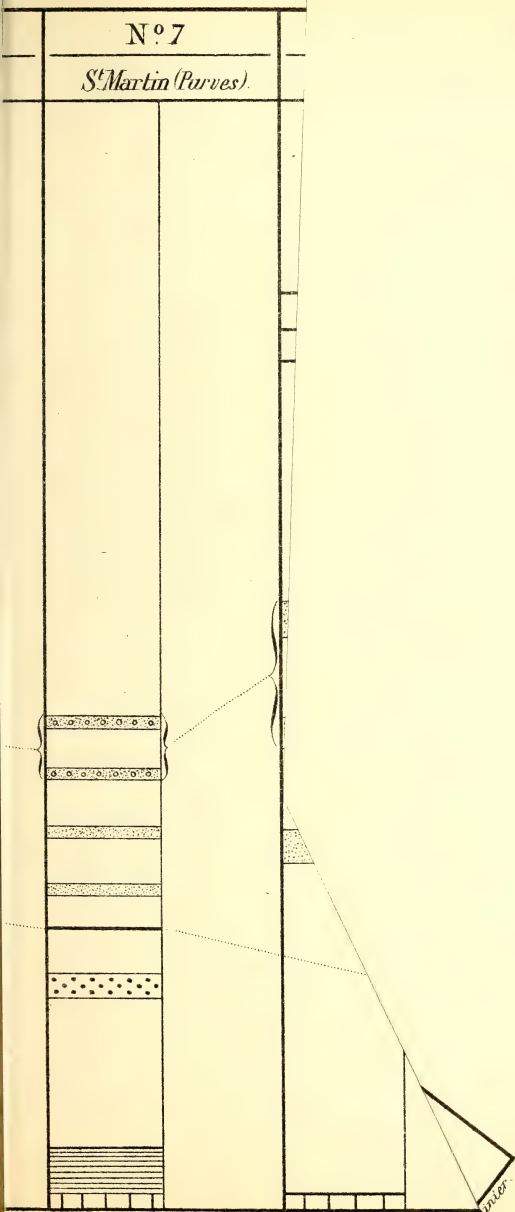
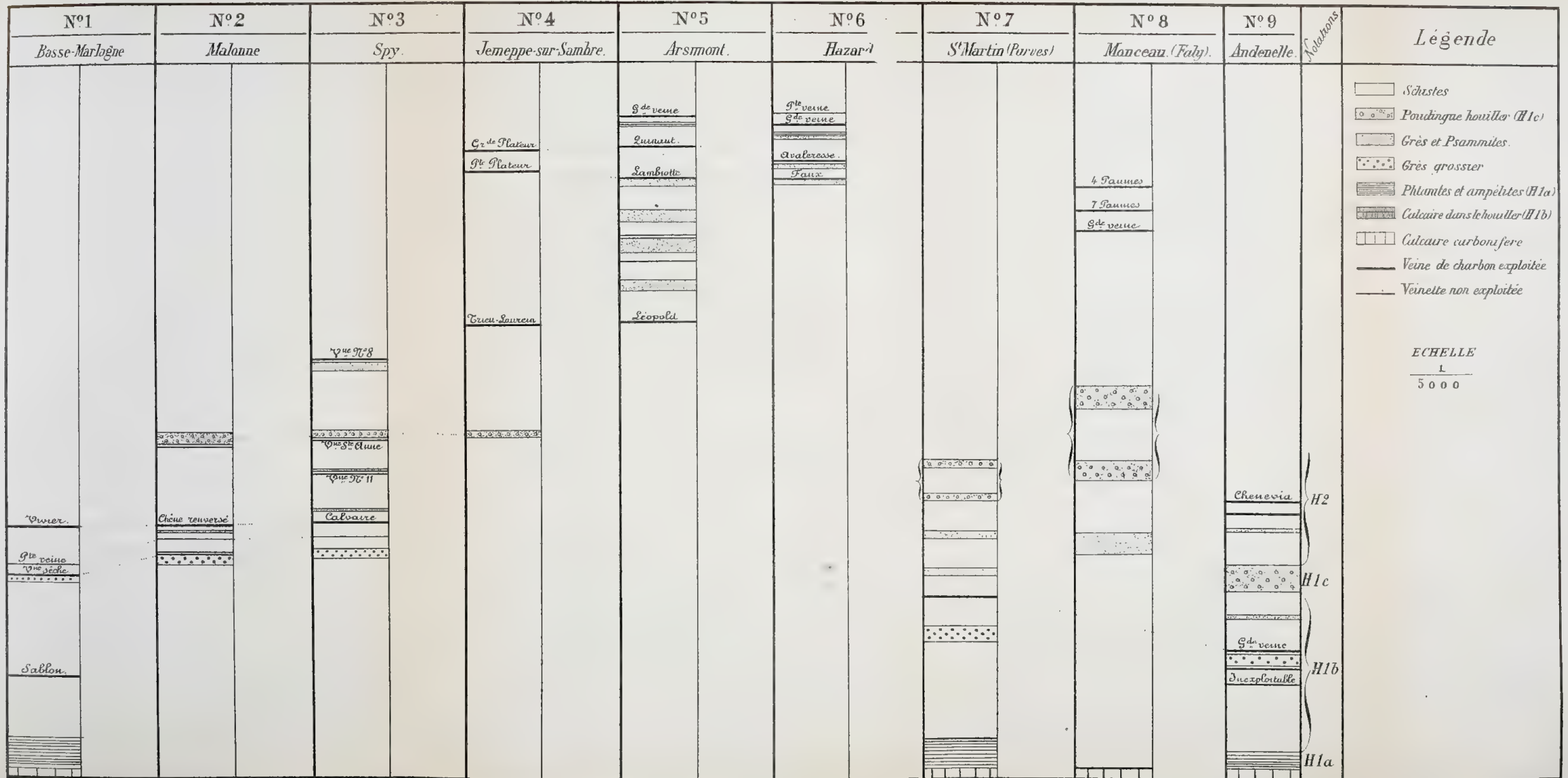


Tableau de la composition de la partie inférieure du Mouiller dans le bassin de la Basse-Sambre,

par X. STAINIER.



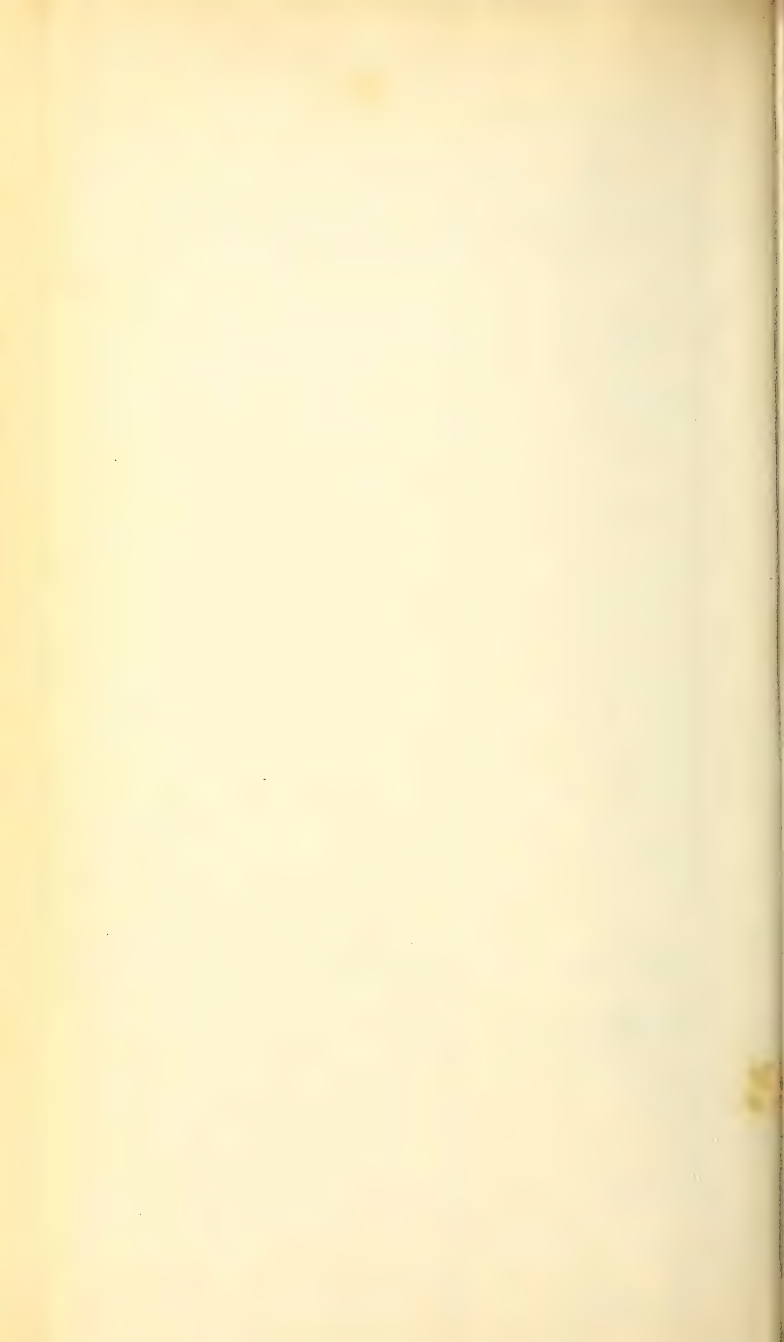
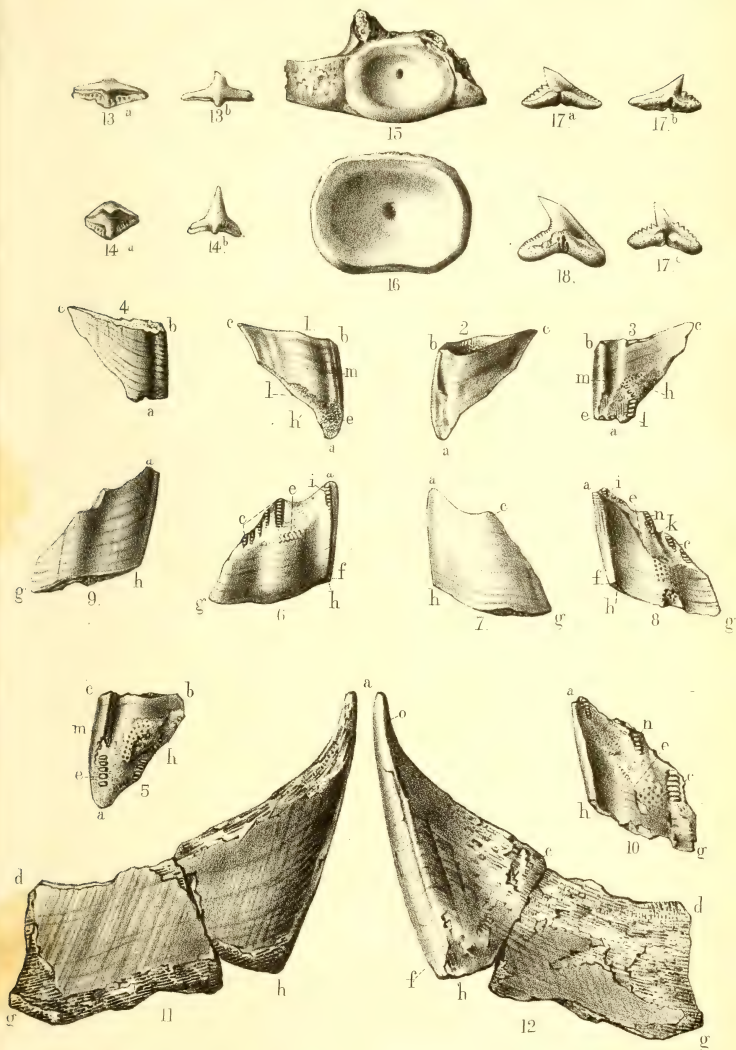


PLANCHE VI.

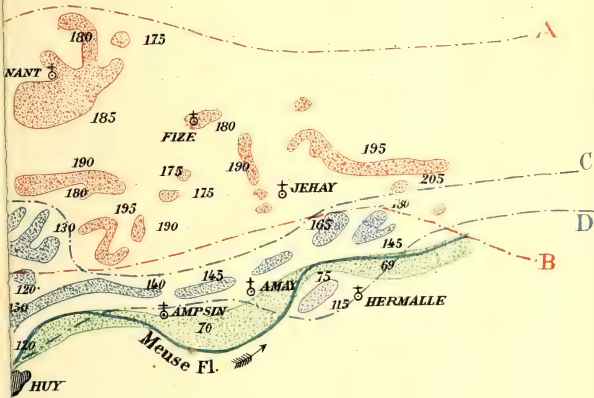
EXPLICATION DE LA PLANCHE VI.

- FIG. 1. Dent palatine de *Chimæra monstrosa*, face inférieure; *a-b*, bord interne; *b-c*, bord postérieur; *a-c*, bord tranchant; *m*, sillon longitudinal; *e*, triturateurs internes antérieurs et postérieurs; *h*, triturateur médian; *l*, triturateurs externes.
- FIG. 2. Dent palatine de *Chimæra monstrosa*, face supérieure, mêmes lettres que fig. 1.
- FIG. 3. Dent palatine de *Chimæra rupeliensis*: face inférieure, mêmes lettres que fig. 1.
- FIG. 4. Dent palatine de *Chimæra rupeliensis*: face supérieure, mêmes lettres que fig. 1.
- FIG. 5. Dent palatine de *Chimæra rupeliensis*: variété massive, face inférieure, même lettre que fig. 1.
- FIG. 6. Dent mandibulaire de *Chimæra monstrosa*, face interne; *a-h*, bord interne; *a-g*, bord tranchant; *g-h*, bord inférieur; *i*, triturateur du bec; *c*, triturateur externe; *e*, triturateur médian.
- FIG. 7. Dent mandibulaire de *Chimæra monstrosa*, face externe, mêmes lettres que fig. 6.
- FIG. 8. Dent mandibulaire de *Chimæra rupeliensis*, face interne; *n*, triturateur externe antérieur; *c*, triturateur externe postérieur; *k*, échancrure du bord externe; autres lettres comme fig. 6.
- FIG. 9. Dent mandibulaire de *Chimæra rupeliensis*, face externe; mêmes lettres que fig. 6.
- FIG. 10. Dent mandibulaire de *Chimæra rupeliensis*, variété massive, face interne; mêmes lettres que fig. 6 et 8.
- FIG. 11. Dent mandibulaire de *Amylodon Delheidi*, face interne; *a-h*, bord interne; *a-d*, bord tranchant; *h-g*, bord inférieur; *d-g*, bord externe; *a-f-h*, surface symphysienne; *o*, facette de jonction; *c*, triturateur externe antérieur.
- FIG. 12. Dent mandibulaire d'*Amylodon Delheidi*, face externe; mêmes lettres que fig. 11.
- FIG. 13a. *Squatina angeloides* Van Ben. Dent latérale de la mâchoire supérieure, vue de-dessus.
- FIG. 13b. *Squatina angeloides* Van Ben. Même dent, vue antérieure.
- FIG. 14a. *Squatina angeloides* Van Ben. Dent antérieure de la mâchoire inférieure, vue de-dessus.
- FIG. 14b. *Squatina angeloides* Van Ben. Même dent que fig. 14a, vue antérieure.
- FIG. 15. *Squatina angeloides* Van Ben. Même dent, première vertèbre cervicale, vue antérieure.
- FIG. 16. *Squatina angeloides* Van Ben. Vertèbre dorsale, vue antérieure.
- FIG. 17a. *Protogaleus latus* R. Storms.
- FIG. 17b. *Protogaleus latus* R. Storms.
- FIG. 17c. *Protogaleus latus* R. Storms.
- FIG. 18. *Galeocерdo acutus* R. Storms.
-



Les J. L. Goffart, Bruxelles

Les J. L. Goffart, Bruxelles



Quaternaire q 3 o)

Quaternaire q 2 m.)

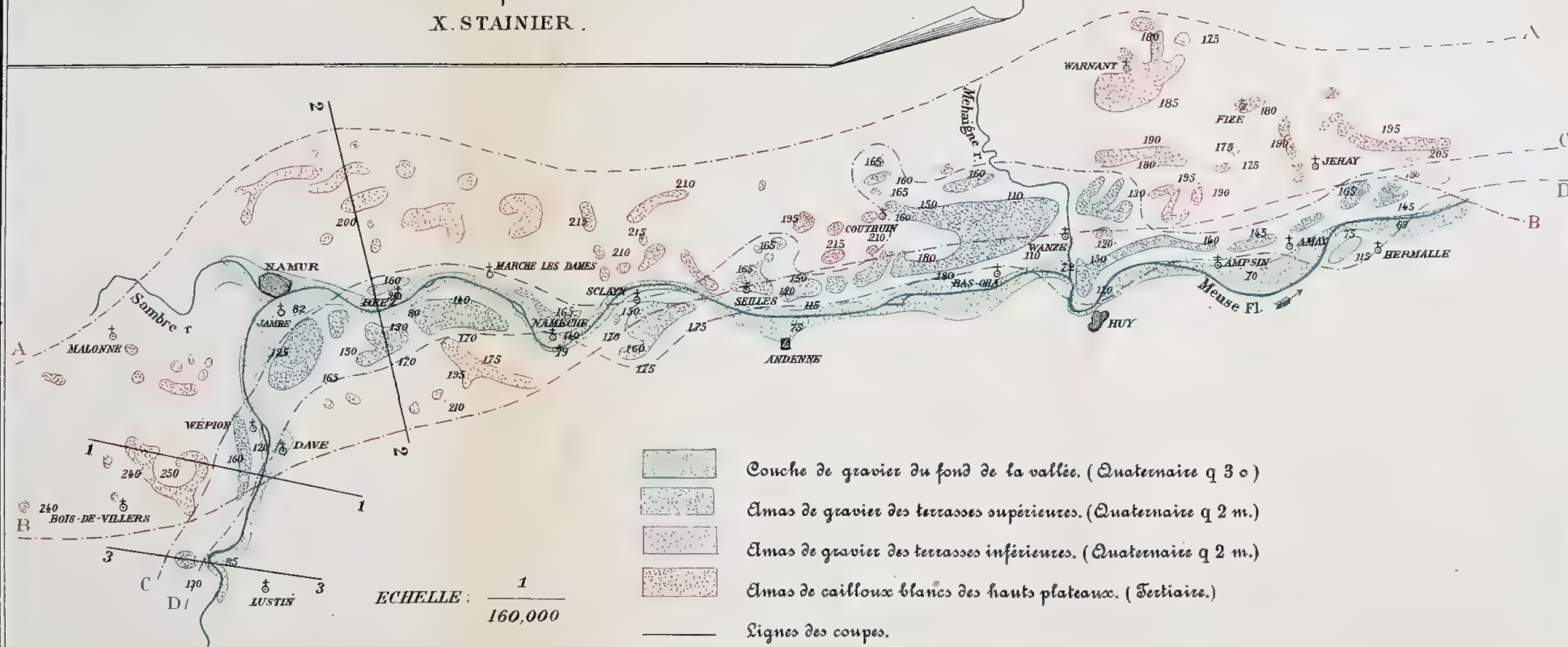
Quaternaire q 2 m.)

α. (Tertiaire.)

a deux chiffres pour un
mètre de l'amas.



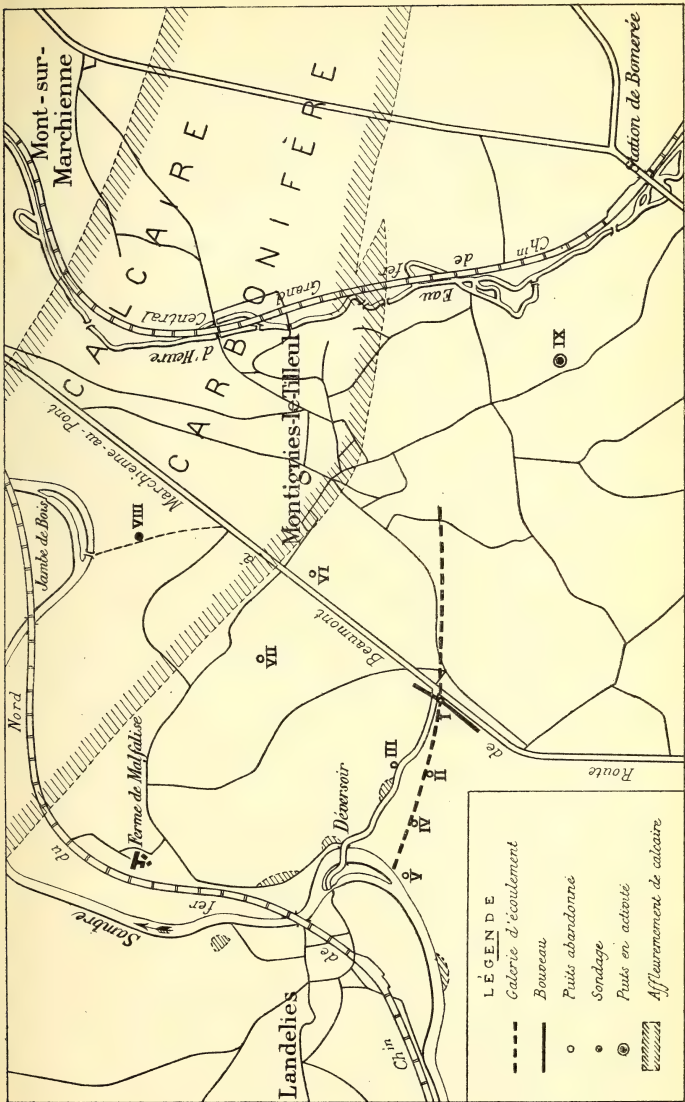
CARTE
des
dépôts caillouteux formés par la Meuse depuis le Tertiaire
par
X. STAINIER.



N.B. — Les chiffres en noir indiquent l'altitude des amas — Lorsqu'il y a deux chiffres pour un amas, ils indiquent l'altitude de la limite supérieure et de la limite inférieure des amas.

Institut National de Géographie, Bruxelles.





RÉPARTITION DES PUIITS DE MINE DE LA CONCESSION DE FORTE-TAILLE, DANS LA RÉGION DE MONTIGNIES-LE-TILLEUL

C. BLANCHART,

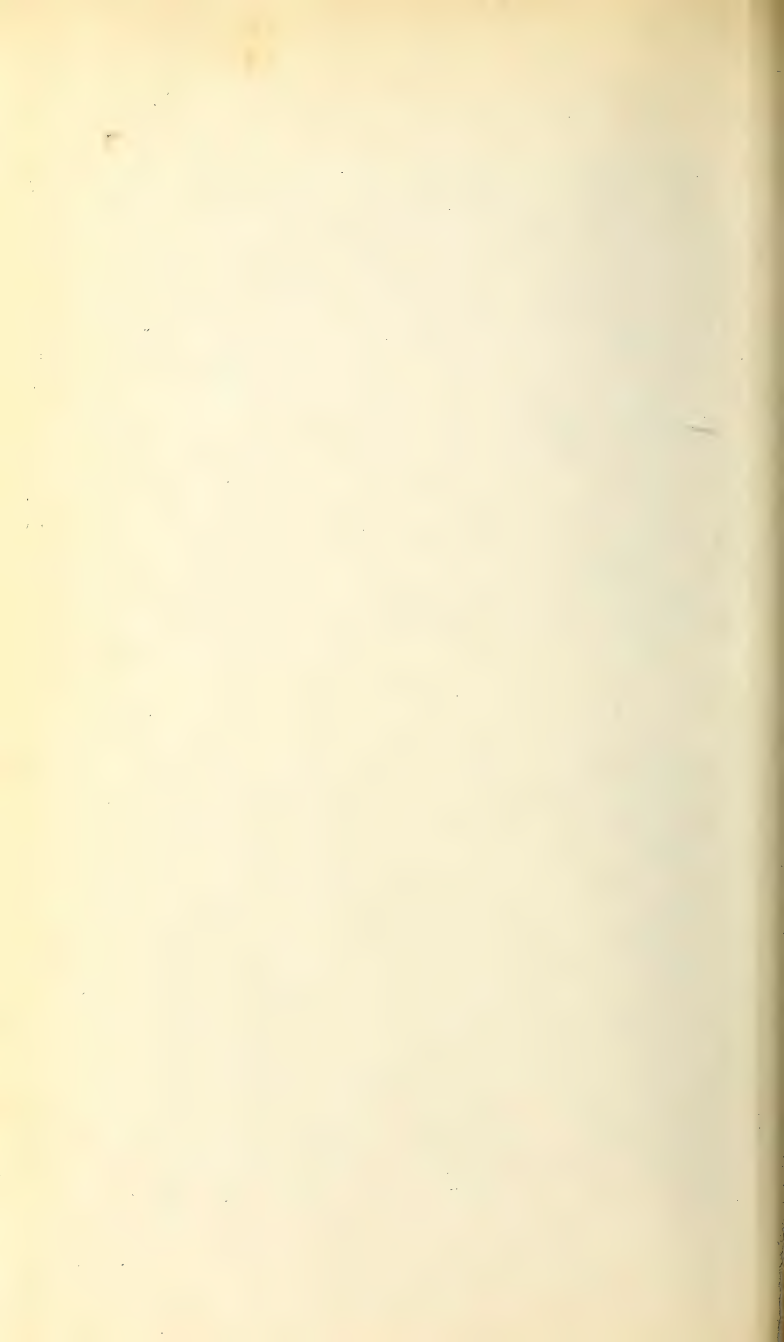
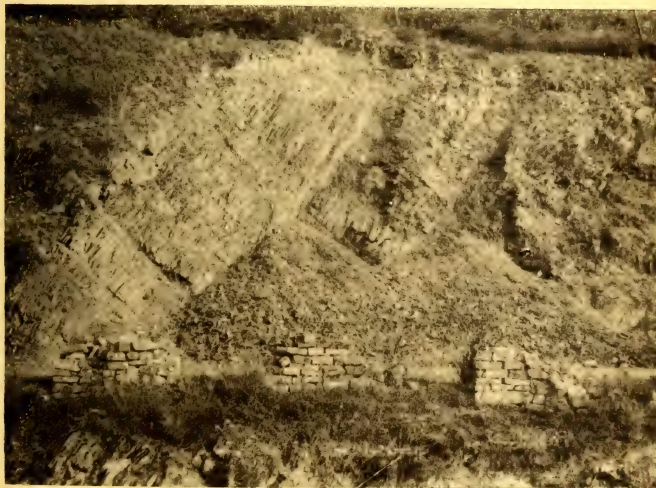


FIGURE I



FIGURE II



Négatifs de X. Stainier.

Phototypie E. Castelein, Brux.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01368 3776